

1-24  
3/6



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ingeniería

LA INGENIERIA INDUSTRIAL APLICADA A LA  
INDUSTRIA DE LAS ARTES GRAFICAS

T E S I S

Que para obtener el título de:  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

p r e s e n t a n

Fernando Córdoba Rendón

Sergio Pérez Martínez

Carlos Villalpando Bonilla



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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 esta 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.

INTRODUCCION 3

CAPITULO I

- LAS ARTES GRAFICAS.
- El primer tipo de imprenta.
- La imprenta en el nuevo mundo.
- SISTEMAS DE IMPRESION. 7
- ELEMENTOS NECESARIOS PARA LA IMPRESION. 11
- Tinta.
- Papel, propiedades y clasificación.
- Fundiciones y matrices.

CAPITULO II

- IMPORTANCIA DE LAS ARTES GRAFICAS EN MEXICO. 22
- OBSERVACION DEL PROCESO EN EMPRESAS EDITORAS. 23
- EL DIAGNOSTICO INDUSTRIAL. 36
- FORMULACION DEL DIAGNOSTICO. 38
- RESULTADOS DEL DIAGNOSTICO. 39

CAPITULO III

- DISTRIBUCION DE PLANTA. 45
- Objetivos.
- NATURALEZA DE LOS PROBLEMAS DE DISTRIBUCION DE PLANTA. 46
- Ventajas en los diferentes departamentos.
- TIPOS DE DISTRIBUCION DE PLANTA. 50
- Principales tipos de distribución de planta.

- Ventajas de éstos.
- ECONOMIAS SEGUN EL TIPO DE DISTRIBUCION DE PLANTA. 55
- FACTORES QUE INFLUYEN EN LA DISTRIBUCION DE PLANTA. 56
- DISEÑO DE LA DISTRIBUCION DE PLANTA. 57
- METODO S.L.P. 58
- Diagrama del método.
- COMO HACER EL PLAN DE DISTRIBUCION DE PLANTA. 62
- MODELOS DE DISTRIBUCION DE PLANTA. 66
- Dos y tres dimensiones.
- Heurísticos.
- Método Craft.
- Método Layout.

## CAPITULO IV

- PROGRAMA CRAFT. 71
- Forma de uso.
- Formato de los datos.
- Estructura.
- Soporte.
- Matrices del sistema real.
- Resultados del programa CRAFT.
- PROGRAMA LAYOUT. 153
- Datos de entrada.
- Matrices del sistema real.
- Descripción del modelo.
- Resultados del programa LAYOUT.
- Salida.

C O N C L U S I O N E S .

B I B L I O G R A F I A .

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

Tratar de demostrar que la Ingeniería Industrial puede ser aplicable en la Industria de las Artes Gráficas, es el objetivo de esta tesis.

Se describe, de manera breve, qué son las Artes Gráficas en el Capítulo I.

En el Capítulo II, se ubica este estudio en una empresa mexicana. Se describe el proceso, se formula y aplica un diagnóstico. Finalmente se escogió uno de sus problemas para analizarlo a través de la Ingeniería Industrial.

En el Capítulo III, se plantea el problema, fundamentándolo en bases teóricas.

En el Capítulo IV, se desarrolla un modelo para el análisis del problema así como su aplicación y resultados.

## C A P I T U L O I .

- LAS ARTES GRAFICAS.
- El primer tipo de imprenta.
- La imprenta en el nuevo mundo
  
- SISTEMAS DE IMPRESION.
  
- ELEMENTOS NECESARIOS PARA LA IMPRESION.
- Tinta.
- Papel, propiedades y clasificación.
- Tipo de imprenta.
- Fundiciones y matrices.

## LAS ARTES GRAFICAS

Si en todo el mundo no existiera absoluta-- mente ningún material impreso; ni periódicos, ni - revistas, ni libros con excepción de unos pocos vo-- lúmenes escritos a mano y sujetos con cadenas, en-- edificios públicos o en bibliotecas de gente muy - rica; ni carteles indicativos en los autobuses o - tranvías, ni indicaciones en las botellas de medi-- camentos o en las cajas de productos alimenticios; ni catálogos para el envío de mercaderías por co-- rreo, ni ... pero, ¿Para qué seguir? El mundo, tal como hoy se conoce se habría esfumado, y se encon-- traría uno perdido tratando de orientarse en otro-- diferente.

En este mundo nuevo y desconocido, un hom-- bre que quisiera comprarse una casa podría pagarla con un solo libro, si es que lo tuviese. Cuando - Luis XI, rey de Francia, quería leer algún libro-- de la biblioteca de la Universidad de París, los - sabios profesores sacudían las cabezas con desconfianza y no dejaban salir el preciado volumen, aún pidiéndolo el rey, hasta que no se depositara como garantía, una costosa copa de plata. En el siglo - XIV, había en toda Europa menos libros de los que en el día de hoy pueden encontrarse en una sola bi-- blioteca.

En ese mundo apenas una persona de cada 500 sabía leer y escribir. ¿Para qué iban a aprender?, si nunca podrían llegar a tener un libro. Los que sabían estaban en su mayoría al servicio de la - iglesia. Pacientes monjes tardaban meses y meses - para hacer una sola copia de un libro. A menudo, -

hacían las letras con amoroso cuidado y adornaban las páginas con volutas, dibujos y letras capitulares de bellos colores. Pero llevaba mucho tiempo - copiar todo un libro a mano; y cuando se terminaba, a fin de cuentas, no se tenía más que un ejemplar. Cierta voluminosa obra de Derecho Eclesiástico, - por ejemplo, exigió 21 meses para ser copiada íntegra; a éste ritmo para hacer mil ejemplares se tendrían cerca de dos mil años.

No se sabe con exactitud quién inventó la imprenta, ni cuándo ni en dónde. Cientos de años - antes de que se conociera en Europa, los Chinos ya sabían imprimir. El método primitivo consistía en grabar letras en relieve sobre una plancha de madera, pasarle la tinta por encima y luego aplicar el papel sobre ella presionando hasta que se quedara impresa. Los Chinos, incluso tenían tipos móviles - ya en el siglo XI. Pero ambos métodos parecen haber sido inventados de nuevo en Occidente.

A mediados del siglo XIV, se imprimían en Europa juegos de naipes por medio de planchas, y con el mismo método se hacían toscos libros de dibujos o "libros de planchas".

Pero, ¿quién fue el primer hombre en Europa que pensó en construir cada letra en relieve en un pedazo de madera separada, de modo que las letras pudieran ser ordenadas y reordenadas a voluntad? - Es decir, ¿quién fue el primero a quien se le ocurrió imprimir con tipos móviles?. No se sabe con seguridad. Los Holandeses pretenden que fue su compatriota Laurens Coster. Los Franceses y los Italianos tienen también sus candidatos. Pero quien -

parece ostentar más derechos a ese honor es Juan - Gutenberg, su verdadero nombre Juan Geinsfleisch - de Sulgeloek, de la ciudad alemana de Maguncia, - donde nació en el seno de una acomodada familia, - alrededor del año 1398. El más antiguo ejemplar im - preso que se posee de su prensa data de 1454. De - modo que éste invento, uno de los más notables, se produjo justamente, en medio de la gran con - moción - intelectual y art - istica del Renacimiento. Y, gra - cias a él, las ideas renovadoras se extendieron rá - pidamente por todo el mundo conocido.

### EL PRIMER TIPO DE IMPRENTA

Gutenberg y sus socios, Juan Fust y Pedro - Schoeffer, mantuvieron sus experiencias en el más - profundo secreto. Gutenberg parece haber sido el - que comenzó a tallar los tipos en pedazos de mader - a separados. Fue, probablemente, Schoeffer, quien le sugirió que en vez de madera usase metal duro. - Esta letra de metal podía usarse, entonces, como - un punzón para imprimir sobre un metal más blando; la matriz o molde, así formada, podía llenarse con plomo derretido; y cuando el plomo se enfriara y - endureciera, después de adoptar la forma de la le - tra, podría ser retirado, obteniéndose una pieza - acabada de tipo móvil, y con la ventaja de que la - matriz podía usarse otra vez para moldear nuevas - letras.

Es así como aquellas letras de plomo, uno - de los metales más pesados, llegaban a convertirse en las ágiles alas de las palabras y del pensamien - to, que abrieron al espíritu del hombre insospecha

dos horizontes.

La gran ambición de Gutenberg era que su primer libro impreso fuera un ejemplar de la Biblia. Ello le llevó largo tiempo, pues cada letra tenía que ser dibujada cuidadosamente y luego recortarla en un punzón de metal duro; después había que hacer los moldes, el vaciado, componer el texto y finalmente, cada página tenía que ser impresa en una prensa de mano. Pero aún así, el procedimiento era rapidísimo, comparado con el trabajo de los copistas a mano; pues cuando Gutenberg, o quienquiera que hiciese la tarea, llegaba a terminarla, tenía no un volumen, sino muchos que lo compensaban del penoso trabajo inicial.

## LA IMPRENTA EN EL NUEVO MUNDO

La primera imprenta que hubo en el nuevo mundo fue establecida en la ciudad de México en 1539 por el impresor Juan Cromberger, de Sevilla, quien debido a gestiones del Virrey Mendoza y del Obispo Zumárraga envió a su oficial impresor Juan Pablos. Este trabajó para aquel hasta 1543, en que, por privilegio especial de Carlos V se estableció por su cuenta, durando su negocio hasta 1560. Se supone que la primera obra publicada fue "La Breve y más compendiosa doctrina Cristiana en lengua Mexicana y Castellana" de Fray Juan de Zumárraga. En Puebla, la imprenta se instaló en 1640, en Oaxaca en 1720, en Guadalajara en 1792, en Veracruz en 1794, en Mérida en 1813. Sólo los talleres de la ciudad de México imprimieron hasta que el país obtuvo su Independencia, 12,552 obras de los más di-

versos caracteres literarios, científicos, históricos, religiosos, que denotan el alto grado de desarrollo cultural alcanzado.

## SISTEMAS DE IMPRESION

Hay tres procedimientos fundamentales de impresión, todos los cuales proceden del invento de Gutenberg. El método más antiguo y aún hoy en día, el más común, es el tipográfico, o de prensa de letras, así llamado porque oprime sobre el papel letras de relieve entintadas.

La mayor parte de las ventajas que este proceso presentó en el pasado, ha sido igualada por otros sistemas de impresión con la introducción de nuevas tecnologías. Por ejemplo: La ventaja de conseguir una óptima intensidad de color y mejor resultado de brillo, la posibilidad de impresión directa de la forma, la facilidad de conseguir las progresivas, fueron desafiadas por la utilización del sistema de fotocomposición, por el uso de chapas plurimetálicas y pre-sensibilizadas, por las pruebas en colores obtenidas en películas, directamente de los negativos de selección, etc.

La tipografía, entre tanto, aún mantiene ventajas: La versatilidad es probablemente la más importante. Con la utilización de un número siempre mayor de chapas fotopolímeras (nyloprint-polyantoplate-hiloxletterflex), este proceso puede hacer amplio uso de las nuevas técnicas de composiciones al frío.

Otro método de impresión se basa en el prin

versos caracteres literarios, científicos, históricos, religiosos, que denotan el alto grado de desarrollo cultural alcanzado.

## SISTEMAS DE IMPRESION

Hay tres procedimientos fundamentales de impresión, todos los cuales proceden del invento de Gutenberg. El método más antiguo y aún hoy en día, el más común, es el tipográfico, o de prensa de letras, así llamado porque oprime sobre el papel letras de relieve entintadas.

La mayor parte de las ventajas que este proceso presentó en el pasado, ha sido igualada por otros sistemas de impresión con la introducción de nuevas tecnologías. Por ejemplo: La ventaja de conseguir una óptima intensidad de color y mejor resultado de brillo, la posibilidad de impresión directa de la forma, la facilidad de conseguir las progresivas, fueron desafiadas por la utilización del sistema de fotocomposición, por el uso de chapas plurimetálicas y pre-sensibilizadas, por las pruebas en colores obtenidas en películas, directamente de los negativos de selección, etc.

La tipografía, entre tanto, aún mantiene ventajas: La versatilidad es probablemente la más importante. Con la utilización de un número siempre mayor de chapas fotopolímeras (nyloprint-polyantoplate-hiloxletterflex), este proceso puede hacer amplio uso de las nuevas técnicas de composiciones al frío.

Otro método de impresión se basa en el prin

cipio de que el agua y la grasa no se mezclan. Es la llamada litografía, nombre que proviene de dos palabras griegas que significan escribir sobre piedra.

Si para la litografía dispensamos una descripción de los varios tipos de máquinas relativas, por ejemplo, a las características mecánicas y de formato, esta distinción se impone cuando se examina el proceso de impresión offset.

Hablar de las máquinas monocolors, no es hablar de las ventajas del offset sobre los otros sistemas. El presente sistema ya nos demostró la exigencia de la impresión multicolor, en función de aspectos cualitativos y económicos.

La característica más importante de las máquinas multicolores, es la de proveer el producto acabado, o sea completamente impreso de un lado, y en ciertos casos, de frente y reverso, en una única entrada de máquina. El operador así puede controlar inmediatamente el resultado final, y si éste no es satisfactorio, intervenir temporalmente para conseguirlo, de lo que no sucede en las monocolors. En éstas máquinas, un error de marginación o de regulación de tinta, no percibido en las entradas anteriores, puede comprometer el resultado final.

A esta prerrogativa esencial ofrecida por las máquinas multicolores debemos acrecentar las siguientes:

Menor gasto de papel en fase de acierto.

Economía de mano de obra especializada.

Economía de área útil para el equipo.

Economía en el transporte interno del producto y del área de estacionamiento del mismo.

Otro factor que no puede ser olvidado es la variación dimensional del papel, causada durante - las sucesivas entradas de máquina, por la presión, y por humedad en el transporte plancha-blanket-papel; fenómenos éstos que se manifiestan en menor - intensidad en la impresión contemporánea.

También, debemos recordar el serio problema provocado por la sobreposición, casi simultánea, - de los colores. Los puntos de retícula impresos en los primeros elementos tienen tendencia a deformarse, creando un halo y, por tanto, modificando los valores tonales, es necesario corregir este fenómeno, muchas veces durante la preparación de las formas, disminuyendo las áreas del punto de los primeros colores.

La secuencia de los colores debe ser establecida, llevándose en consideración los siguientes factores:

Evitar en los primeros elementos, colores - que exijan fuerte carga, para que no sea transportada al blanket sucesivo, una parte de la tinta, - que podrá dificultar la impresión del segundo color.

Usar en el último elemento tintas (como - - ciertos amarillos) que recusan impresiones sucesivas.

Concluyendo, podemos decir que el buen seca je superficial de las tintas, es condición indispensable para conseguir calidades satisfactorias.- Los factores que intervienen en el secado, además de las características superficiales del papel, - son las propiedades fisicoquímicas de las tintas y la estructura del sistema de secado, proporcional- este último al trayecto entre el elemento y elemen to, o a las características del horno.

Dejando de escribir las evidentes ventajas- de estos equipos, sobre todo el sector editorial,- tenemos que recordar algunos de los inconvenien- - tes:

Cafda en la velocidad mecánica debido al mo vimiento del cilindro de inversión.

Posibilidad de perjudicar la impresión en - el primer lado impreso con la formación de depósi- tos de tinta en el cilindro contra la presión del- segundo grupo de elementos, defecto este que puede ser contenido, usando cilindro cromado o humede- - ciendolo con óleo; para facilitar el transporte de tintè.

El rotograbado es un método muy rápido de - imprimir y es usado frecuentemente para revistas y para las impresiones en colores.

La impresión por rotograbado consiste en ha cer las planchas de grabado en forma de cilindro,- éste llena sus pequeñas cavidades girando en una - cubeta que contiene tinta; una cuchilla limpia el- exceso de tinta del cilindro y luego éste se apli-

ca al papel, sobre el que deja su impresión.

El enorme desenvolvimiento de la impresión-rotativa en el rotograbado, es un hecho relativamente reciente. En la década de los cuarentas este proceso empezó a ser aplicado en niveles más amplios, sobre todo en el sector editorial. En estos años comenzó la construcción en escala industrial de equipo, y de 1960 a 1968, por ejemplo, en Europa se duplicó el número de rotativas en funcionamiento.

En los últimos años el mercado de rotograbado se presentó con índices de incremento aún mayores con la evolución en el sector de ensamblajes, sobre todo en lo que se refiere a ensamblajes flexibles.

## ELEMENTOS NECESARIOS PARA LA IMPRESION

### TINTA.

La tinta es una substancia líquida generalmente de color negro, pero también puede ser de otro color, usada para escribir o para imprimir.

Se desconoce en que época exacta se inició su uso, pero se cree que ello ocurrió en tiempos históricos muy remotos. Hay constancias de que tanto en China como en Egipto, ya se empleaba la tinta para escribir unos 2000 años antes de la era común. Los antiguos la preparaban empleando hollín, cola, aceites y algunas substancias aromáticas. Hasta la fecha la tinta indeleble, llamada comúnmente tinta China, se prepara con procedimientos -

similares.

Las tintas que se usan en la actualidad sue-  
len clasificarse en dos grandes categorías: Las -  
fluídas, que sirven para escribir y las espesas, -  
un tanto pegajosas, que constituyen las tintas ti-  
pográficas.

Casi todas las personas están familiariza--  
das con la tinta negra o de otro color que se usa-  
para escribir. En cambio, pocas son las que se per-  
catan de la importancia que en la vida diaria tie-  
nen las tintas tipográficas, cuyo consumo alcanza  
cantidades muy elevadas. Esto se debe en gran parte  
al crecimiento del periodismo durante el siglo-  
XX, y, para formarse una idea bastará con señalar-  
el consumo diario de tintas tipográficas de muchas  
empresas periodísticas que no se es calculada por  
litros sino por toneladas.

Durante los siglos XVII y XVIII, se perfec-  
cionaron los procedimientos preparación de la tin-  
ta, los que con pequeñas modificaciones se siguen  
empleando en la actualidad. Sus integrantes básii-  
cos son: el ácido Tánico y el ácido Gálico, que se  
obtienen de las agallas del roble; el sulfato fe-  
rroso, comúnmente llamado Vitrole Verde, Goma Ará-  
biga y naturalmente el agua, en que dichos ingre--  
dientes se disuelven. La reacción química que se -  
produce al combinarse el ácido tánico con la sal -  
de hierro, hace que se precipite en la solución -  
una substancia negra ligeramente azulada. La goma-  
impide la formación prematura de este compuesto en  
la tinta líquida y constituye a fijar el color - -  
cuando se escribe sobre el papel.

En la preparación de algunas tintas suele emplearse extracto de palo de Campeche, que tiene la propiedad de hacerlas más permanentes. También se usan diversas sales de Hierro, Cobre y Cromo en la preparación de algunas tintas negras.

Las tintas de color que se usan para escribir se preparan disolviendo en agua colorantes derivados de la hulla del alquitrán.

Tratándose de tintas tipográficas, los principales adelantos en los procedimientos de preparación y en la calidad misma han tenido lugar durante el siglo XX.

A la magnífica presentación de los trabajos que en la actualidad salen de las imprentas han contribuido el mejor papel que ahora se usa, los perfeccionamientos de las prensas, clisés, tipos, etc.; sobre todo la buena calidad de las tintas.

En cada imprenta la tarea de seleccionar la clase de tintas que producirán el mejor efecto está encomendada a personas de mucha experiencia.

Esencialmente las tintas tipográficas se preparan reduciendo un pigmento con un barniz y se le agrega además un compuesto secante. El pigmento más común es el hollín que se obtiene del humo del alquitrán, de resina de pino, de gas natural y del petróleo. Los pigmentos de otros colores se derivan de sustancias minerales o compuestos químicos; entre las primeras se encuentran el Ocre, la tierra de Siena y la Umbra; entre los segundos figuran el Bermellón, el Azul de Prusia y el Amari

llo de Cromo. También se obtienen muchos de los pigmentos de colores mediante destilación del alquitrán de Hulla.

El barniz facilita la distribución de la tinta y la fija sobre el papel. Uno de los mejores barnices es el que se prepara con aceite de linaza.

Como agentes secantes se prefieren las sales de plomo y manganeso, debido a la rapidez con que se produce la oxidación una vez que la tinta queda expuesta a la acción del aire.

## PAPEL.

Masa formada por materias fibrosas (trapos, fibras vegetales, madera de haya, chopo, eucalipto, pino o abeto, paja, esparto, etc.) maceradas y blanqueadas con sustancias aglomerantes, cargas y colorantes, y reducido a mano o a máquina a hojas delgadas. Se emplea para imprimir, escribir, dibujar, envolver y como sustancia plástica.

El papel es posterior cronológicamente al papiro y al pergamino, se inventó hace casi 2000 años en China y desde allí se difundió por los países árabes y por los pueblos del Mediterráneo. Antiguamente el papel se fabricaba a mano. La invención de la primera máquina continua para la fabricación de papel se remonta a principios del siglo XIX y se debe al francés Nicolás Louis Robert (1761-1828). Esta máquina que inicialmente tenía longitud de pocos metros y formaba una hoja de 60 cm. de anchura, experimentó una evolución muy rápida y en la actualidad todo el papel se produce en-

máquinas continuas, algunas de las cuales tienen - una longitud de más de 80 m. y pueden producir 400 ton. de papel al día.

Hasta fines del siglo pasado se empleaban - exclusivamente trapos de algodón, lino y caño para la fabricación de papel. En la actualidad, éstos - tan solo se utilizan en pequeñas cantidades para - los tipos más finos de papel, mientras que para - los demás se recurre a otras materias fibrosas de origen vegetal, es decir construídas por las fi - bras existentes en los tejidos vegetales, en espe - cial la madera.

Las principales materias fibrosas empleadas en la fabricación de papel son:

- 1.- Pasta mecánica de madera, obtenida desmenuzando finamente la madera por medio de máquinas - denominadas desfibradoras.
- 2.- La celulosa, de la que existen varios tipos. - Estos se obtienen en su totalidad de la madera por medio de un tratamiento químico que elimina la mayor parte de la lignina y deja inalterada la celulosa (entendida como compuesto químico).

Mientras que la pasta de la madera se obtiene en las desfibradoras no precisa tratamiento ulterior, la celulosa, antes que se pueda emplear en la fabricación de papel, debe someterse a un tratamiento mecánico (refino), más o menos intenso, en máquinas denominadas refinadoras.

Muchos tipos de papel, y entre ellos casi - todos los papeles para escribir y de impresión con tienen otros componentes además de las materias fi - brosas, los cuales normalmente se añaden a la sus - pensión fibrosa durante y después del refinado de - la pasta. Entre estos principales componentes es - tán:

Las cargas que blanquean el papel y lo ha - cen más opaco y más receptivo para la tinta de im - presión.

Colorantes.- No solo se emplean para obte - ner toda la gama de papeles de color, sino también, en pequeña proporción, en los papeles blancos para corregir el tono de color de las fibras de la pas - ta y de las cargas empleadas, así como para hacer - lo más agradable a la vista.

Se consideran también colorantes algunas - substancias llamadas blanqueadores ópticos. Los - cuales vuelven al papel mucho más blanco como con - secuencia de un defecto especial de fluorescencia - que le es propio y que se manifiesta de forma des - tacada cuando el papel se expone a la luz solar. - Una vez concluidos los tratamientos mecánicos y - químicos descritos, se lleva la pasta así obtenida a la máquina papelera para ser transformada en pa - pel.

## PROPIEDADES DEL PAPEL.

- 1.- Resistencia a la rotura por tracción, al alar - gamiento, al revestimiento y al plegado. Estas características se determinan con aparatos que

producen las principales solicitaciones a que se halla sometido el papel en la práctica y - que son esencialmente importados para el papel de embalaje.

- 2.- Grado de satinado, que influye en gran manera en el resultado en la impresión, en topografía y huecograbado.
- 3.- Encolado, característica relacionada con la velocidad de penetración de los líquidos acuosos en el papel y por lo tanto, con el grado en - que acepta la tinta para escribir.
- 4.- Absorción de aceites y tintas para imprenta, - que determina la velocidad con que éstos dos - líquidos penetran en el papel. Se trata de un ensayo de gran importancia para la industria - de las artes gráficas.
- 5.- Propiedades ópticas en especial el grado de - blancura, la opacidad y el brillo.
- 6.- Aptitud para la impresión que comprende al conjunto de características que debe poseer un papel para que pueda ser impreso. Se determina-- con aparatos que tienden a reproducir a pequeña escala el funcionamiento de las máquinas de imprimir.
- 7.- Impermeabilidad a las grasas, propiedad importante para los papeles destinados a envolver - alimentos que contengan sustancias grasosas.

#### CLASIFICACION DEL PAPEL.

En orden a su empleo, los papeles pueden clasifi-- carse en:

- 1.- En papeles para diarios y revistas.
- 2.- Papeles y cartulinas para impresión, escritura, usos técnicos, etc.
- 3.- Papeles para embalaje y envoltorios.
- 4.- Cartones para la construcción de cajas, etc.

El grupo más importante, desde el punto de vista cuantitativo, está constituido por los papeles para la impresión de diarios y revistas. Su composición tiende a ser muy económica, por lo cual contiene una gran proporción de pasta mecánica. Se trata de papeles satinados en máquinas o calandrados.

Para los diarios, que suelen imprimirse en máquinas rotativas el papel se satina en máquina.

Para las revistas impresas en offset o en tipografía, el papel posee una composición algo mejor que la del papel para periódicos y generalmente tienen una superficie muy satinada, homogénea y brillante. En la actualidad se haya bastante acentuada la tendencia a emplear para estas publicaciones papeles estucados en máquina.

#### TIPO DE IMPRENTA.

Es una pequeña pieza de metal que en uno de sus extremos presenta en relieve una letra o un signo al revés para ser impreso al derecho. Con éstas piezas metálicas, dispuestas en orden adecuado se forman palabras. Estos tipos sueltos fueron empleados por primera vez por Juan Gutenberg, alrededor de 1450.

Anteriormente era necesario tallar en bloque de madera los moldes para páginas completas, - los que una vez hecha la impresión se consideraban inservibles. El sistema Gutenberg de tipos sueltos, hizo posible servirse de dichos tipos repetitivamente.

El tipo utilizado para imprimir una página - volvía a distribuirse en los respectivos cojinetes para utilizarlo de nuevo en la impresión de otras páginas, Adolfo Rush fué el primero en emplear un tipo romano. El francés Nicolás Jenson, lo perfeccionó en 1470. El tipo romano es el más usual, pero cuando se trata de llamar la atención se recurre a otros tipos. Con tal propósito suele emplearse el llamado Itálico o Cursivo, que fué diseñado en 1501 por Aldo Manuncio, uno de los más famosos entre los primeros impresores italianos. En este tipo todas las prensas están construídas para utilizar en ellas tipos que se ajustan a determinadas medidas, que son universales.

#### FUNDICIONES Y MATRICES.

El surtido completo de un tipo cualquiera, - se llama Fundición. Cada fundición suele abarcar - las letras mayúsculas, o versales, y las minúsculas, o de caja baja, además de los números, signos de puntuación, etc., en cantidad proporcional al número de veces que se usa cada letra o cada signo.

Durante siglos los tipos se hicieron a mano, cada letra y cada signo se cortaban con base a un respectivo diseño en un punzón de acero, que se empleaba después para grabar un molde, o matriz en

cobre o latón. La matriz se fijaba firmemente en un molde para el cuerpo del tipo en el que se vertía metal fundido. El cual contenía una aleación de plomo, estaño y antimonio, a la que algunas veces se añadía una pequeña porción de cobre.

## C A P I T U L O   I I

- IMPORTANCIA DE LAS ARTES GRAFICAS EN MEXICO.
- OBSERVACION DEL PROCESO EN EMPRESAS EDITORAS.
- EL DIAGNOSTICO INDUSTRIAL.
- FORMULACION DEL DIAGNOSTICO.
- RESULTADOS DEL DIAGNOSTICO.

## IMPORTANCIA DE LAS ARTES GRAFICAS EN MEXICO.

El desarrollo económico de un país depende del apoyo que se brinde a la industrialización, puesto que constituye una estructura básica, para impulsar y lograr mayores niveles de progreso en los diversos órdenes.

En efecto, la industrialización además de ser determinante dentro del proceso productivo, genera riqueza y absorbe mano de obra, aspecto por de más importante, ya que la disponibilidad de brazos en nuestro país aumenta progresivamente.

Por lo que toca a la industrialización, en México, existe un gran impulso a ésta actividad y como respaldo a ello se reglamentan y dictan leyes que favorecen el crecimiento y desarrollo en este renglón, con las consecuencias anteriormente descritas.

Las artes gráficas constituyen una actividad industrial definida que participa conjuntamente con otro tipo de actividades productivas en la integración del producto nacional bruto, en la difusión de la cultura y el pensamiento; por lo que ocupa un lugar muy importante dentro de los medios de comunicación.

Para continuar impulsando el desarrollo técnico en este campo, es indispensable proporcionar a los industriales de la especialidad, los medios necesarios para que puedan aportar los elementos que ayuden a mejorar las técnicas de producción.

## OBSERVACION DEL PROCESO EN EMPRESAS EDITORAS.

Con base a los conceptos de la Ingeniería Industrial por su aplicación en las Industrias Gráficas surgió la necesidad de visitar editoras con el fin de conocer sus procesos, sus maquinarias y sus funcionamientos.

Primeramente se visitó El Complejo Editorial Mexicano y posteriormente una empresa más pequeña, llamada Editores Unidos, ubicada en el Municipio de Naucalpan, Edo. de México, en la que decidimos realizar la investigación que presentamos en esta tesis.

Editores Unidos labora con 110 personas, las cuales se distribuyen en dos turnos.

A continuación se presenta el organigrama de ésta empresa:

Gerencia

Sub-Gerencia

Producción

Ventas y Compras

Finanzas

Personal

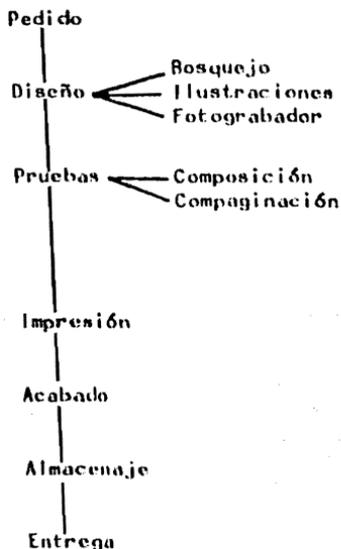
Administrativo.

La maquinaria que posee dicha empresa proporciona dos tipos de procesos: el Tipográfico y el Litográfico. Para realizar estos procesos cuentan con: Impresoras, Litógrafos de uno y dos colores, Cortadores, Barnizadoras, etc.

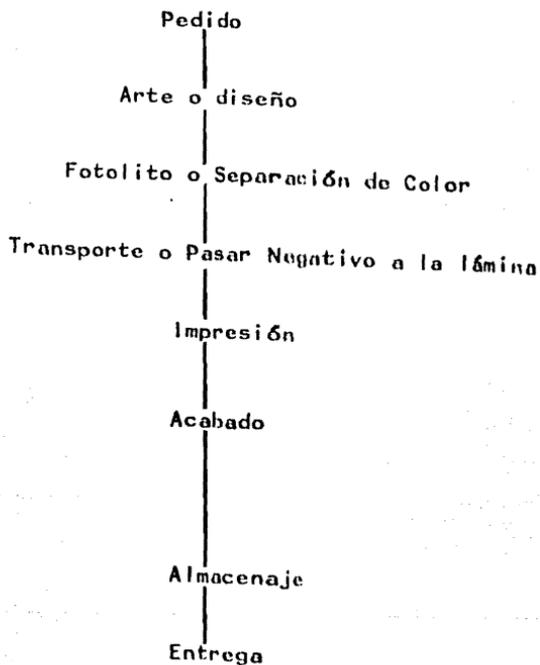
Con estos tipos de procesos se obtienen cuatro productos que son: etiquetas, folletos, cartón y papelería.

De manera general se describen a continuación los dos procesos:

#### Proceso Tipográfico



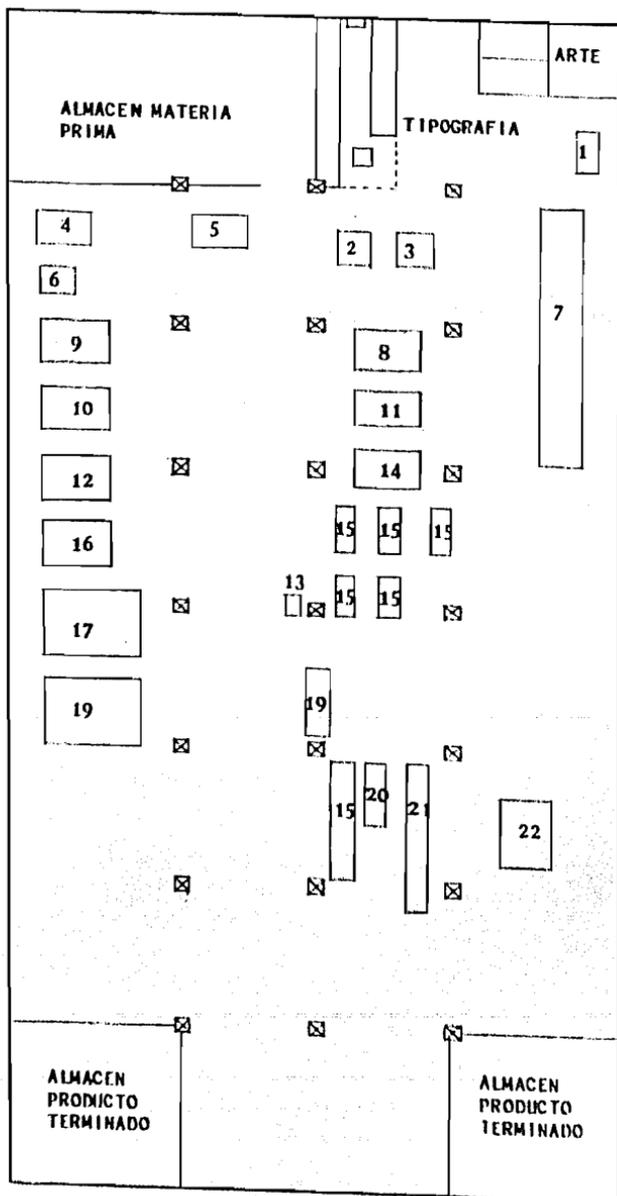
### Proceso Litográfico

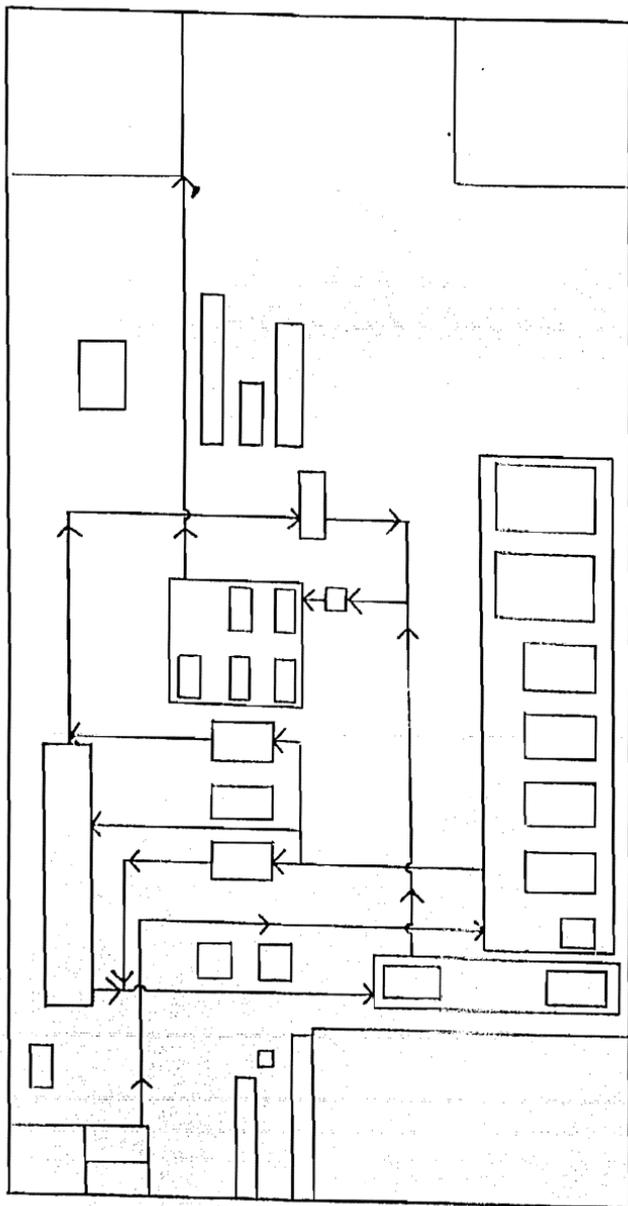


Enseguida se presenta el plano del taller y su descripción, así como los diagramas de recorrido y proceso de los cuatro productos.

## Descripción del plano del taller.

1. Prensa
2. Impresora de papel
3. Impresora de papel
4. Cortadora manual
5. Cortadora manual
6. Litrografo
7. Barnizadora
8. Suaje y Tipograbado
9. Litografo de un color
10. Litografo de un color
11. Suaje y Tipograbado
12. Litografo de un color
13. Troquel
14. Suaje y Tipograbado
15. Inspección
16. Litografo de un color
17. Litografo de dos colores
18. Litografo de dos colores
19. Cortadora programable
20. Engomado y ordenado de blocks
21. Doblado y Pegado
22. Limpiado del Suaje

PLANO  
DEL  
TALLER

PROCESO:  
ETIQUETAS

## DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

CONCEPTO DIAGRAMADO: ETIQUETAS

DIAGRAMA: 1

DIAGRAMA DEL METODO: PRESENTE

EL DIAGRAMA COMIENZA: ARTE

DIAGRAMADO POR:

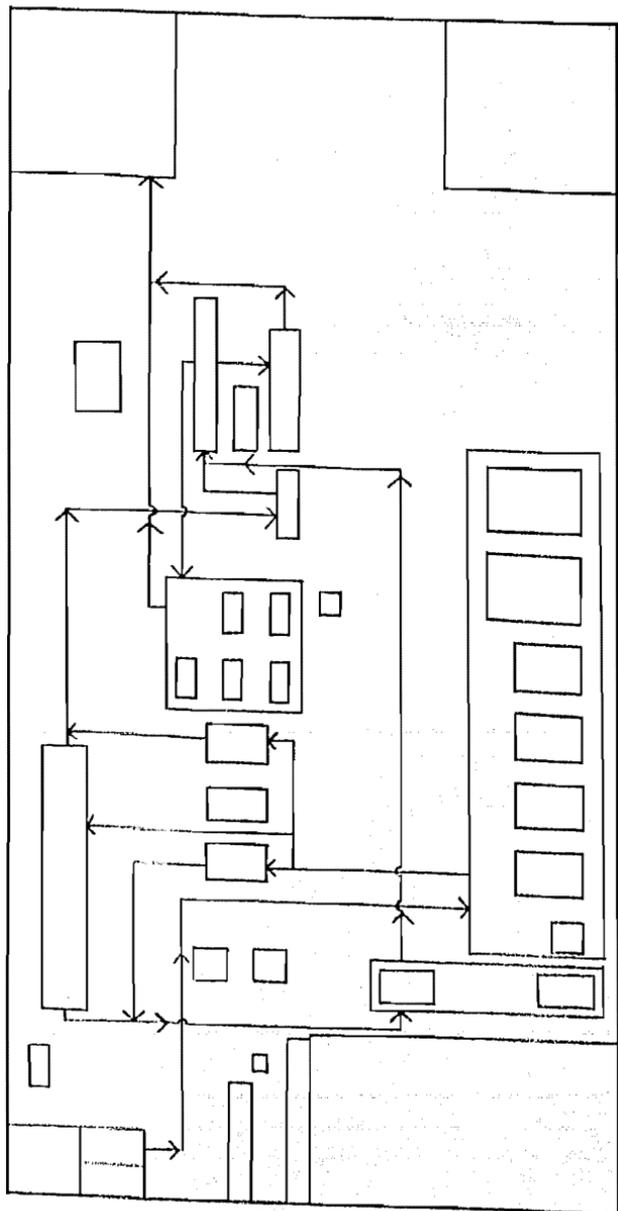
EL DIAGRAMA TERMINA: ALMACEN FECHA: 31/VII/78 HOJA 1 DE 1

Simbo lo	Descripción del Proceso	Simbo lo	Descripción del Proceso
1	Diseño, fotografía	→3	a Guillotinado
2	Fotolito, Separar color	8	Guillotinado
3	Formación	→4	de Guillotinado a troquelado
4	Pruebas de color	9	Troquelado
5	Pasar de negativo a lámina	→5	a Impresión
→1	De preimpresión a producción	10	Visual a mano
6	Litograbado (Impresión)	→6	De producción a almacén de acabado
→2	de Impresión a Barnizado	1	almacenaje
7	Barnizado		
1	Visual a mano		

## RESUMEN

EVENTO	NUMERO	OBSERVACIONES
OPERACIONES	10	
INSPECCIONES	2	
ACTIVIDADES COMB.	1	
TRANSPORTES	6	
ALMACENAMIENTO	1	

PROCESO:  
FOLLETOS.



## DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

CONCEPTO DIAGRAMADO: FOLLETOS

DIAGRAMA: 2

DIAGRAMA DEL METODO: PRESENTE

EL DIAGRAMA COMIENZA: ARTE

DIAGRAMADO POR:

EL DIAGRAMA TERMINA: ALMACEN FECHA: 31/VII/78 HOJA 1 DE 1

Simbo lo	Descripción del Proceso	Simbo lo	Descripción del Proceso
①	Diseño, fotograffa	⑧	Guillotina
②	Fotolito, separar color	→4	de Guillotinado a mesa de doblado
③	formación	⑨	Doblado
④	Pruebas de Color	⑩	Escoger o Intercalar
⑤	Pasar de negativo a lámina	⑪	Engrapado
→1	de preimpresión a producción	1	Visual a mano
⑥	Litograbado (Impresión)	→5	De producción a almacén de acabado
→2	de Impresión a Barnizado	▽1	Almacenaje
⑦	Barnizado		
→3	de Barnizado a Guillotinado		

## RESUMEN

EVENTO	NUMERO	DISTANCIA
OPERACIONES	11	
INSPECCIONES	1	
ACTIVIDADES COMB.	1	
TRANSPORTES	5	
ALMACENAMIENTO	1	



## DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

CONCEPTO DIAGRAMADO: CARTON

DIAGRAMA: 3

DIAGRAMA DEL METODO: PRESENTE

EL DIAGRAMA COMIENZA: ARTE

DIAGRAMADO POR:

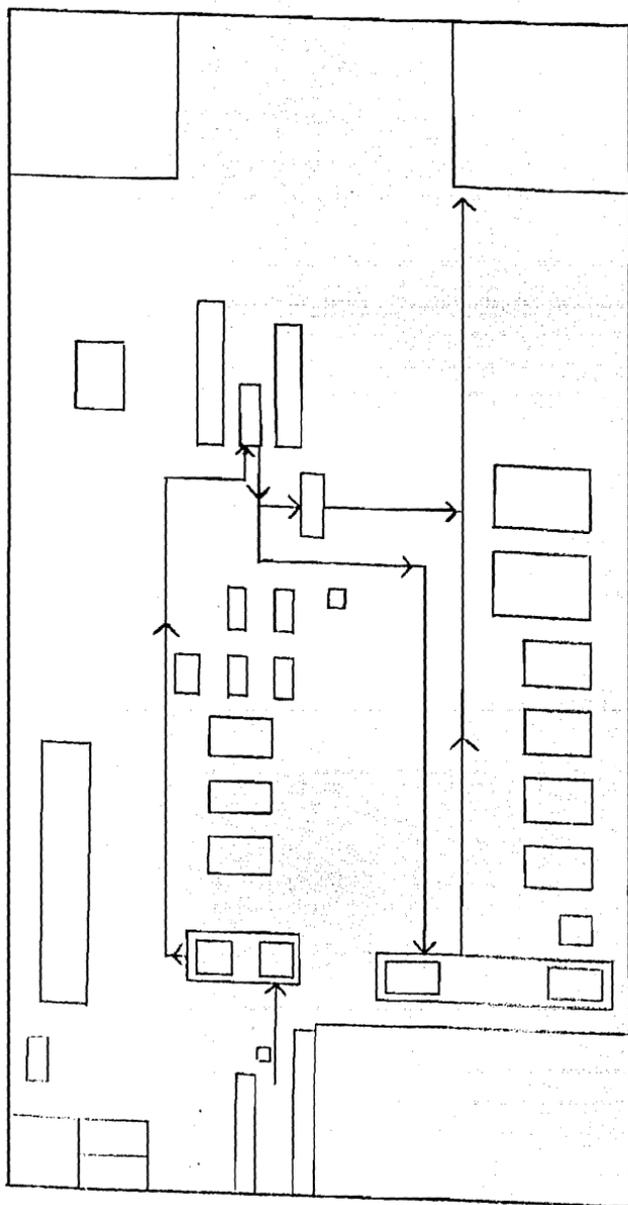
EL DIAGRAMA TERMINA: ALMACEN FECHA: 31/VII/75 HOJA 1 DE 1

Simbo lo	Descripción del Proceso	Simbo lo	Descripción del Proceso
①	Diseño, fotograffa	⑧	Quitar Suaje
②	Fotolito separar color	→4	de Quitar Suaje a doblado
③	Formación	⑨	Doblado
④	Pruebas de Color	1	Visual a mano
⑤	Pasar de negativo a Lámina	→5	de Producción a almacenaje
→1	De preimpresión a producción	▽1	Almacenaje
⑥	Litograbado (Impresión)	.	
→2	de Impresión a suajado		
⑦	Suajado		
→3	de Suajado a quitar suaje		

## RESUMEN

EVENTO	NIMERO	OBSERVACIONES
OPERACIONES	9	
INSPECCIONES	1	
ACTIVIDADES COMB.	1	
TRANSPORTES	5	
ALMACENAMIENTOS	1	

PROCESO:  
PAPELERIA.



## DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

CONCEPTO DIAGRAMADO: PAPELERIA

DIAGRAMA: 4

DIAGRAMA DEL METODO: PRESENTE

EL DIAGRAMA COMIENZA: TIPOGRABADO

DIAGRAMADO POR:

EL DIAGRAMA TERMINA: ALMACEN FECHA: 31/VII/78 HOJA 1 DE 1

Simbo lo	Descripción del Proceso	Simbo lo	Descripción del Proceso
①	Hacer forma	▽	Almacenaje
②	Prueba de formación		
→ 1	de preimpresión a impresión		
③	Impresión		
→ 2	de Impresión a acabado		
④	Acabado		
→ 3	de acabado a Guillotinado		
⑤	Guillotinado		
⑥	Empacado		
→ 4	de producción a almacenaje		

## RESUMEN

EVENTO	NUMERO	OBSERVACIONES
OPERACIONES	6	
INSPECCIONES	0	
ACTIVIDADES COMR.	0	
TRANSPORTES	4	
ALMACENAMIENTOS	1	

## EL DIAGNOSTICO INDUSTRIAL.

Cuando se trata de incrementar la productividad, es necesario partir de un diagnóstico industrial con el objeto de fijar el área de acción del estudio.

Toda empresa es comparable a un organismo vivo cuyos problemas son variables con respecto al tiempo. En un momento dado, el problema principal con que se enfrenta es distinto al que tuvo en el pasado o que tendrá en lo futuro. El diagnóstico industrial tiende a detectar las posibles fallas que afectan al óptimo funcionamiento de las empresas.

Todas las actividades de la empresa deben estar equilibradas para obtener resultados óptimos, y al analizar detalladamente cada una de ellas, se descubre que una falla ha originado la ineficacia de otras, es decir, una función de operación desempeñada poco eficientemente, limita el rendimiento en la productividad, del conjunto de operaciones de la empresa.

Si se intenta incrementar el funcionamiento de una actividad en forma aislada, por encima de su nivel óptimo, no contribuirá a dar mejores resultados en el conjunto de la empresa y será, en cambio, un gasto inútil. Y si se logra un eficiente cumplimiento de las actividades que vienen a desempeñarse aún en forma deficiente, se logrará una mejora en el rendimiento y productividad de toda la empresa.

Para que el crecimiento de la empresa siga, o para conservar el equilibrio de sus partes, se debe contar con la capacidad de detectar rápidamente los distintos desequilibrios que puedan surgir, a fin de preparar las adaptaciones que se requieran. De aquí la necesidad de efectuar diagnósticos periódicos.

El diagnóstico aparece en forma de examen fisiológico de la empresa y su finalidad es asegurarse que la estructura de ella este bien equilibrada, que sus funciones se realicen con eficiencia o descubriera a su vez, desequilibrios estructurales y funciones deficientes que se corregirán con los medios disponibles.

En el procedimiento del diagnóstico industrial deben considerarse sus ventajas y sus limitaciones. Dentro de sus ventajas se pueden citar:

- a) Los principios del diagnóstico son aplicables igualmente a todas las industrias y a todos los niveles industriales.
- b) Por ser un método sistemático, pueden ser usados mejores procedimientos analíticos.
- c) Este método puede ser aplicado por miembros del cuerpo directivo de las empresas y no únicamente por investigadores profesionales.
- d) Usar diagramas como medio de descripción del trabajo realizado por cada elemento de la empresa, impulsa a éstos a una colaboración más intensa.

Y dentro de las limitaciones se puede citar que el diagnóstico no lleva, de manera inmediata - a resultados satisfactorios puesto que solamente - es un método racional que ayuda a la formulación - de juicios.

### FORMULACION DEL DIAGNOSTICO.

Para efectuar el diagnóstico de una empresa reuniendo todos los aspectos que desarrolla, en el medio que se desenvuelve, es necesario seguir un sistema. El análisis de un sistema en particular - consiste primeramente en aislar sus elementos y - formular reglas lógicas y reales que gobiernen su - integración. La descripción resultante es conocida como el modelo del Sistema. El modelo está generalmente limitado a aquellos aspectos que son de interés o que parezcan ser pertinentes y/o relevantes - al análisis.

Cada sistema es descrito en términos de conjuntos pequeños de elementos abstractos o entidades, por lo tanto, las reglas lógicas que los gobiernan pueden ser reducidas a un conjunto común - de operaciones más o menos simples.

Por lo tanto, para optimizar la operación - de una empresa desde un solo punto de vista, el - cual puede ser: en el aspecto tecnológico, de producción, de contabilidad, de ventas, aspecto humano, etc.; se emplea el sistema de análisis, dividiendo la empresa en diversas funciones que en su conjunto abarcan todas sus posibles actividades. - Las funciones son definidas como el conjunto de ac

tividades dirigidas a cumplir un objetivo.

Las funciones son actividades agrupadas en forma lógica pero arbitrarias, de modo que en una empresa dada puedan ser realizados por uno o varios de los departamentos existentes o por una o varias personas. Todo depende del tamaño de la empresa, su tipo y organización interna y el grado de perfeccionamiento logrado en su operación.

En el presente caso, la división efectuada con objeto de analizar y definir cada función, se hizo conforme al análisis siguiente:

1. Medio Ambiente de la empresa.
2. Política y dirección.
3. Productos y procesos de producción
4. Administración financiera.
5. Las instalaciones y los medios de producción.
6. La administración del personal.
7. Materiales y Servicios comprados.
8. Actividad productora.
9. Mercado de productos.
10. Contabilidad y estadística.

### RESULTADOS DEL DIAGNOSTICO.

Basados en las técnicas de la Ingeniería Industrial, una vez efectuado el análisis, se enfocó el diagnóstico al departamento de producción de la empresa investigada y una vez aplicado obtuvimos los siguientes resultados:

## DIAGNOSTICO INDUSTRIAL

	A	B	C	D	E
1. Productividad en la supervisión de la producción.		X			
2. Productividad de empleados y funciones de servicio				X	
3. Entrenamiento de obreros en cuanto a habilidad en el área de trabajo				X	
4. Motivación, compromiso y satisfacciones de los empleados.					X
5. Grado de especialización en el trabajo.					X
6. Rotación, ampliación, enriquecimiento de las tareas.			X		
7. Administración de recompensa y castigo.					X
8. Incentivos individuales.					X
9. Incentivos de grupo.					X
10. Oportunidad de mejoramiento para los empleados.					X
11. Condiciones de trabajo.				X	
12. Ritmo de trabajo (individual) de los obreros de producción.			X		
13. Ritmo de trabajo (grupo) de los obreros de producción.			X		
14. Zonas de trabajo delimitadas.			X		
15. Planes de trabajo (taller).		X			
16. Planes de trabajo (individuales).		X			
17. Mantenimiento preventivo de las herramientas y el equipo.				X	
18. Mantenimiento correctivo de las herramientas y el equipo.				X	
19. Equipo actualizado.				X	

	A	B	C	D	E
20. Mecanización y automatización.				X	
21. Productividad en cuanto a aprovechamiento del - - equipo.				X	
22. Ingeniería y diagrama de proceso.	X				
23. Ingeniería de manufactura (productividad).		X			
24. Previsión de la demanda a largo plazo.	X				
25. Previsión de la demanda a corto plazo.			X		
26. Programación de la mano de obra.	X				
27. Programación de la maquinaria.	X				
28. Programación de los pedidos especiales.		X			
29. Cumplimiento de las entregas a clientes.				X	
30. Mezcla de pedidos.			X		
31. Compras y aprovisionamiento.			X		
32. Cumplimiento del proveedor en las entregas.				X	
33. Calidad del proveedor.				X	
34. Garantía de calidad (preproducción).					X
35. Control de Calidad mediante inspectores.		X			
36. Control de calidad mediante la inspección por los mismos obreros.		X			
37. Técnicas estadísticas del control de calidad.		X			
38. Métodos para mejorar y simplificar el trabajo.		X			
39. Distribución de las instalaciones.		X			
40. Estándares de producción (individuales)					X

	A	B	C	D	E
41. Estándares de producción (turno)				X	
42. Frecuencia en la introducción de nuevos productos.			X		
43. Control de costos.		X			
44. Velocidad para recabar datos.			X		
45. Difusión de la información.			X		
46. Rotación de inventarios.			X		
47. Disposición de inventarios de materia prima.				X	
48. Disposición de inventarios de artículos en proceso.				X	
49. Disposición de inventarios de artículos terminados.				X	
50. Manejo de materiales.			X		
51. Carga uniforme de trabajo.	X				
52. Control de la producción.	X				
53. Planeación de la producción (programación).	X				
54. Seguridad industrial.				X	
55. Relaciones obrero-patronal.			X		
56. Diagramas hombre-máquina.	X				

Niveles:

A.- Muy Bajo

B.- Bajo

C.- Medio

D.- Alto

E.- Muy Alto.

- a) Deficiencia en los planes de trabajo, tanto individuales como de grupo.
- b) Carencia en la Ingeniería y diagrama de proceso, diagrama hombre máquina.
- c) Falta de previsión de la demanda a largo plazo.
- d) Inadecuada programación de la maquinaria.
- e) Fallas en el control de calidad mediante inspectores especializados, por los mismos obreros y mediante técnicas estadísticas.
- f) Inadecuada distribución de las instalaciones.
- g) Deficiente planeación de la producción.

Una vez obtenidos estos resultados, fueron presentados al Sr. Gerente de la empresa y conjuntamente decidimos enfocar el estudio de la tesis al problema de la distribución de las instalaciones.- Aspecto de suma importancia en el área de la producción.

En el Capítulo III confirmamos la importancia de éste concepto, presentando los objetivos, - problemas y ventajas que una distribución de las - instalaciones debe cumplir.

## C A P I T U L O   I I I

- DISTRIBUCION DE PLANTA.
- Objetivos.
- NATURALEZA DE LOS PROBLEMAS DE LA DISTRIBUCION - DE PLANTA.
- Ventajas en los diferentes departamentos.
- TIPOS DE DISTRIBUCION DE PLANTA.
- Principales tipos de distribución de planta.
- Ventajas de éstos.
- ECONOMIAS SEGUN EL TIPO DE DISTRIBUCION DE PLAN- TA.
- FACTORES QUE INFLUYEN EN LA DISTRIBUCION DE PLAN- TA.
- DISEÑO DE LA DISTRIBUCION DE PLANTA.
- METODO S.L.P.
- Diagrama del método.
- COMO HACER EL PLAN DE DISTRIBUCION DE PLANTA.
- MODELOS DE DISTRIBUCION DE PLANTA.
- Dos y tres dimensiones.
- Heurísticos.
- Método CRAFT.
- Método LAYOUT.

## DISTRIBUCION DE PLANTA

El término distribución de planta abarca - los aspectos físicos de los componentes de la industria. Esta distribución incluye los espacios necesarios para movimiento de materiales, almacenamiento, labores indirectas y otras actividades y servicios, así como aquellos indispensables para equipos de operación y personal.

Toda distribución de planta debe cumplir - con determinados objetivos para que ésta sea funcional, algunos de ellos se mencionan a continuación:

- Reducir los riesgos para la salud y procurar la seguridad de los trabajadores.
- Mejorar la moral y la satisfacción del trabajador.
- Incrementar el rendimiento del trabajador.
- Facilitar la programación y control de la producción.
- Disminuir los retrasos en la producción.
- Mejor empleo de los espacios de trabajo disponibles.
- Reducir la mano de obra.
- Obtener mayor utilización de la maquinaria, de la fuerza humana y de los servicios.
- Reducir el inventario en proceso.
- Reducir el tiempo de manufactura.
- Hacer más fácil y mejor la supervisión.
- Mejorar el flujo y la certidumbre de los procesos.
- Reducir el peligro que puedan causar los materiales utilizados en el producto.

- Reducir los costos en equipo.
- Minimizar el movimiento de los materiales y facilitar el proceso.

Cabe mencionar que, como todo sistema real está sujeto a variantes que afectan al funcionamiento de éstos, la naturaleza de algunos problemas que afectan a la distribución de planta es la siguiente:

Puede dividirse en cuatro clases:

- 1.- Organización de una nueva planta. El planteamiento ocurre cuando una compañía va a producir un artículo distinto, a expandirse, o a moverse a una nueva área.
- 2.- Expansión o movimiento en una planta existente. En éste caso se trata de adaptar a las facilidades de producción y del personal de una organización o en una organización, pero en una planta existente.
- 3.- Planteamiento anterior a la distribución de planta. El problema se presenta con cambios en modelos o estilos de los productos, o con la modernización del equipo productivo.
- 4.- Ajustes menores a la distribución de planta existente. Estos problemas se presentan generalmente cuando hay cambios en las condiciones de operación como en el diseño de ciertas partes, cuando las ventas exceden las cuotas indicadas por los investigadores de mercado.

Habiendo mencionado la naturaleza de los -

problemas que pueden presentarse en una distribución de planta, se hace hincapié en las ventajas - que se obtienen al tener una bien elaborada.

#### Ventajas:

- La eficiencia de producción de una planta está - determinada por las limitaciones de su propia - distribución.
- El mayor tiempo de producción no es procesamiento como se cree, sino movimiento de materiales.
- La velocidad de producción de una planta está de terminada principalmente por la eficiencia de - sus equipos de movimiento de materiales conjunta mente con su distribución.
- Los costos de manejo de materiales disminuyen - considerablemente al existir una distribución de planta adecuada.
- La localización de fallas mediante inspección se hace más fácil.

Además de los problemas de una nueva distribución de planta, existen los de la redistribución de ésta. Los indicadores más comunes de que la distribución no es adecuada en los diferentes departa mentos de una industria son:

#### DEPARTAMENTO DE RECEPCION

- Congestionamiento de materiales.
- Quejas por frecuentes demoras.
- Excesivos movimientos manuales de los materiales.
- Necesidad de trabajar horas extras.

## EN ALMACENES

- Areas congestionadas.
- Daños a los materiales almacenados.
- Pérdidas de los materiales almacenados.
- Inventarios insuficientes.
- Elevada cantidad de personal indirecto.

## DEPARTAMENTO DE PRODUCCION

- Obreros calificados que se dedican a mover materiales.
- Gran cantidad de materiales en el piso.
- Mala calidad del producto.
- Quejas por falta de espacio.
- Congestión en pasillos estrechos.
- Más del 15% del área de producción dedicada a pasillos.
- Frecuentes redistribuciones parciales del equipo.
- Mala distribución del centro de trabajo.
- Tiempo de movimiento de materiales elevado con respecto al tiempo de procesamiento.
- Movimiento manual de materiales al área de trabajo.

## AMBIENTE.

- Malas condiciones de iluminación, ventilación, etc.
- Muchos accidentes.
- Alta rotación de operarios.
- Difícil acceso al equipo de seguridad.

## EXPEDICION

- Demoras en despachar el producto terminado.
- Mala comunicación con el taller o fábrica.
- Retardos o pérdidas de productos terminados.

Existen también indicadores de carácter general que afectan, tales como:

- Un programa de producción desorganizado.
- Poco interés por parte del personal.
- Muchos gastos indirectos.

La producción es el resultado del trabajo-- combinado de hombres, materiales, maquinaria y recursos en conjunto con un sistema de dirección.

Existen siete formas con las cuales es posible relacionar éstos cuatro elementos:

- 1.- Mover material. El material se mueve de un lugar a otro, de una operación a la siguiente.
- 2.- Mover al hombre. Cuando los operadores se mueven de un lugar a otro, ejecutando las operaciones necesarias de cada pieza.
- 3.- Mover maquinaria o equipo. Cuando el trabajador mueve herramientas o equipo al lugar donde se va a elaborar una pieza grande.
- 4.- Mover personal y material. Cuando el operador se mueve con el material para ejecutar cierta operación en cada máquina o en cada lugar de trabajo.
- 5.- Mover material y equipo. Materiales, herramientas y equipo son llevados al trabajador, el cual ejecuta la operación.

- 6.- Mover al trabajador y maquinaria o equipo. El trabajador se mueve con las herramientas y - - equipo generalmente a una pieza fija.
- 7.- Mover el material, trabajador y maquinaria o - equipo. Usualmente no se mueven los tres elementos simultáneamente por ser antieconómico e innecesario.

El análisis de los elementos que se mueven lleva al tipo de distribución de planta más aconsejable.

Para centrar el estudio de la distribución de planta dentro de un marco más eficaz, cabe mencionar que existen tres tipos de distribución de - planta, éstos son:

#### TIPOS DE DISTRIBUCION DE PLANTA

- Distribución de planta por posición fija o punto fijo.
- Distribución de planta por proceso.
- Distribución de planta por producto o producción en línea.

#### DISTRIBUCION DE PLANTA POR POSICION FIJA

- El material es el mayor componente y permanece - fijo en un lugar.
- Todas las herramientas, maquinaria y equipo, trabajadores y otros componentes concurren a él.

## DISTRIBUCION DE PLANTA POR PROCESO

- En éste tipo de distribución de planta las operaciones de los diferentes procesos se agrupan en una misma área.
- Operaciones similares y equipos se agrupan conforme al proceso.

## DISTRIBUCION DE PLANTA POR PRODUCTO

- En ésta distribución de planta el artículo es producido en una área de trabajo y en línea.
- El equipo y los materiales están distribuidos de acuerdo con la secuencia de operaciones.

Para darnos cuenta de la función que desempeñan éstos tipos de distribución de planta, mencionaremos a continuación algunas de las ventajas que éstos ofrecen.

### Ventajas.

De la distribución de planta por posición fija:

- a.- Reduce el manejo de la pieza principal.
- b.- Permite operadores altamente especializados para completar su trabajo en un punto.
- c.- Permite frecuentes cambios en productos o en el diseño de éstos, y en una secuencia de operaciones.
- d.- Está adaptada para una variedad de productos y para una demanda intermitente.
- e.- Es más flexible porque no se requiere la elaboración de una distribución de planta que sea -

muy costosa, ni tampoco una organización a nivel muy alto.

#### De la distribución de planta por proceso:

- a.- Menos inversión en maquinaria debido a la menor duplicación de las piezas.
- b.- Mayor flexibilidad, Se asignan los trabajos de acuerdo con las disponibilidades de máquina.
- c.- El trabajador se vuelve especialista, con lo que se obtiene una mayor calidad del producto.
- d.- Los costos de producción se mantienen bajos para series pequeñas de producción.
- e.- En caso de una falla en la maquinaria, la producción no es detenida sino que el trabajo que efectúa se le asigna una máquina similar.
- f.- Hay más incentivos individuales, con lo que se aumenta el nivel de la eficiencia del trabajador.
- g.- Esta distribución está adaptada para una demanda intermitente. (una variación de la producción).

y por último;

#### De la distribución de planta por producto:

- a.- Se reduce el movimiento manual de materiales, ya que el recorrido se efectúa mediante rutas mecánicas con lo cual se disminuye el tiempo de transporte y las demandas de producción.
- b.- Menor movimiento de materiales, ya que las áreas de trabajo se encuentran a menor distancia.
- c.- Se reduce la cantidad de materiales en proceso

permitiendo una reducción en el tiempo y mejor inversión de materiales.

d.- Mayor control:

- de producción; permite menos papeleo.
- permite una mejor supervisión de los trabajadores.
- facilita el control a través de pocos problemas interdepartamentales.
- Los costos de administración son más bajos.

e.- Menor superficie de suelo ocupado por unidad de producto debido a la producción en masa.

f.- Menor cantidad de inspecciones.

g.- Esta distribución está adaptada para demandas continuas. (prod. en masa).

La distribución de planta por posición fija deberá ser usada cuando las operaciones de formado o tratado de material requieren solamente herramientas manuales o máquinas portátiles. También cuando se hagan una o pocas piezas de un artículo; cuando el costo del movimiento de la pieza mayor del material es muy alto.

Por otra parte la distribución de planta por proceso será usada cuando la maquinaria es muy cara y no puede moverse fácilmente, cuando se fabrica una gran variedad de productos, cuando hay variaciones en tiempos para diferentes operaciones y finalmente cuando hay una demanda pequeña o intermitente.

Por último la distribución de planta por productos o producción en línea puede ser usada cuando existe una gran cantidad de piezas o produc

tos por fabricar y cuando el diseño del producto - está más o menos estandarizado.

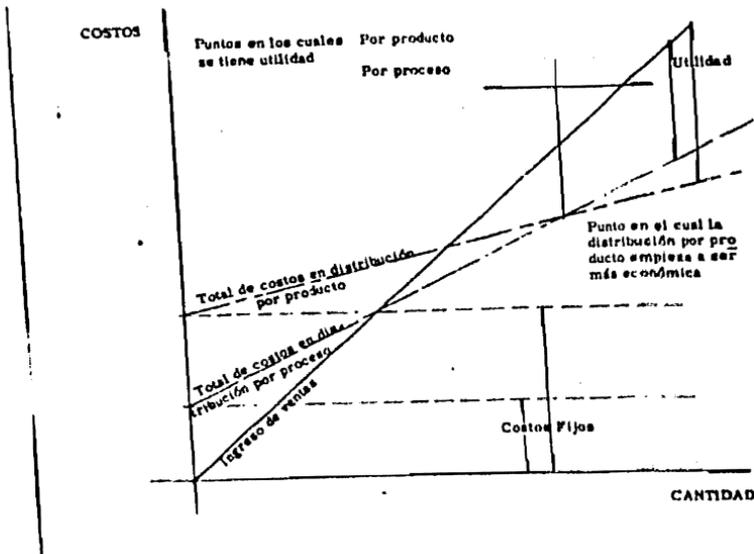
Este tipo de distribución funciona bien si se cumplen algunos requisitos; así pues tendremos:

- Cantidad económicamente justificable, es decir - que los lotes de producción sean de tal tamaño - que ameriten los gastos iniciales, los cuales - son generalmente muy elevados.
- Posibilidad de balancear la línea. En base a una operación económica, si la operación (A) tarda - el doble de la operación (B), las piezas semielaboradas están paradas la mitad del tiempo, ésto puede resultar muy caro.
- Continuidad de producción en línea, la línea debe estar o instalarse de tal manera que al detenerse alguna producción en el proceso, no se suspendan las operaciones siguientes.

## ECONOMIAS SEGUN EL TIPO DE DISTRIBUCION DE PLANTA

En la figura (1) se muestran el costo contra volumen de producción para las distribuciones por producto y por proceso.

FIGURA (1).

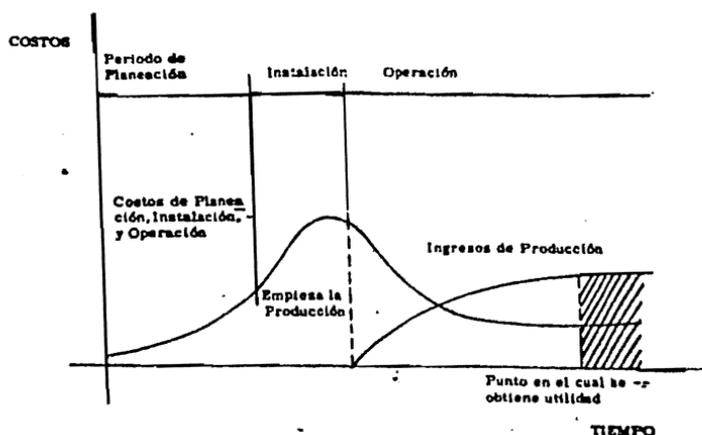


Observando la gráfica se observa que para la distribución por producto o en línea se necesita un costo fijo inicial mayor, ya que se requiere mayor cantidad de maquinaria y equipo de costo más alto.

Analizando la figura (1), puede decirse que una instalación de distribución de planta por proceso es más económica si el volumen de producción no pasa el punto de intersección de las curvas de distribución por proceso y por producto o en línea, ya que en ese momento la distribución por producto o en línea es más económica. O sea que a mayor volumen de productos, hay más economía en la distribución por producto o en línea.

Analizando la figura (11), se deduce que la inversión se recupera un tiempo después de estar la planta en producción.

FIGURA (11).



### FACTORES QUE INFLUYEN EN LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

Existen múltiples factores que deben considerarse y cada uno de ellos afectan de una manera diferente a la distribución de planta.

Para realizar una distribución de planta es necesario que:

- Una ordenación y reconocimiento de los componentes que integran una distribución de planta y de las consideraciones que puedan afectar a la distribución de los mismos.
- Un conocimiento de los procedimientos y técnicas de cómo en una distribución estaría integrada cada componente.

De la misma manera, los factores que tienen una influencia en la distribución de planta son:

- El factor material. Incluye el diseño, la variedad, la cantidad y operaciones necesarias y su - secuencia.
- El factor maquinaria. Incluye el equipo de pro-- ducción, herramientas y su utilización.
- El factor humano. Incluye supervisión y ayuda di-- recta a los trabajadores.
- El factor de movimientos. Incluye todo tipo de - movimientos entre departamentos, ya sea en las - operaciones de almacenaje o de inspección.
- El factor espera. Incluye almacenajes tanto per-- manentes como temporales.
- El factor servicio. Incluye mantenimiento, ins-- pección, pérdida, inventario y despacho.
- El factor de construcción. Incluye todo lo rela-- tivo a la construcción.
- El factor cambio. Incluye versatilidad, flexibi-- lidad y expansión.

## DISEÑO DE LA DISTRIBUCION

Las actividades que se desarrollan en la - planeación de distribuciones varía mucho de una em-- presa a otra, de acuerdo con el tipo de tamaño de-- la organización. A continuación se mencionan las - principales actividades.

Obtención de datos básicos. Planes de reco-- rrido de materiales. Planes individuales del cen-- tro de trabajo. Especificación y selección del - - equipo de movimiento de materiales. Requisitos de-- almacenaje. Planeación de servicios auxiliares. - Asignación de espacios con respecto al espacio to-- tal disponible. Plan maestro de distribución de -

planta. Verificación con los interesados y obtención de la aprobación. Colaboración y supervisión durante la instalación. Seguimiento y control de los planes.

Antes de realizar el estudio de diseño de la distribución de acuerdo con los pasos anteriores, se debe realizar un estudio preliminar con datos estadísticos seleccionados, incluyendo:

Volumen de venta para cada línea de producto. Carga de máquina y horas fábrica. Costos de mano de obra y gastos generales. Número de empleados o personal indirecto. Inventario de maquinaria, herramienta y equipo de movimiento de materiales. Organigramas. Dibujos y/o maquetas de las distribuciones existentes. Antecedentes sobre productividad. Normas de calidad. Porcentaje de desecho o desperdicios. Antecedentes sobre cambios de diseño en los productos.

## METODO S L P

Richard Muther introdujo el método que denominó "Diseño Sistemático de las Instalaciones", (Systematic Layout Planning). Consiste fundamentalmente en un sistema organizado para realizar una distribución de planta.

Determina inicialmente una distribución general sin especificar detalladamente los espacios, y en una segunda etapa señala dónde principia la distribución detallada.

El método empieza con el análisis productocantidad y pasa después a la etapa básica, la cual es el análisis del recorrido de materiales.

Dado que no sólo existe movimiento de materiales en el proceso industrial, sino que también se encuentran actividades auxiliares y aquellas relacionadas con producción, es también necesario obtener o establecer las relaciones de las actividades.

Estos dos análisis se integran en un diagrama combinado en el cual las actividades, departamentos o áreas se ubican geográficamente pero sin detallar los espacios necesarios.

A continuación se hace una consideración de los espacios necesarios, el diagrama de proceso, - equipos necesarios y servicios auxiliares.

Naturalmente que dichas necesidades deben balancearse con los espacios disponibles y se integran en un diagrama de espacios.

El diagrama de espacios es una disposición, pero no es una distribución de planta en el sentido estricto de la palabra, hasta no introducir los factores modificadores tales como:

- 1.- Práctica operativa.
- 2.- Sistemas de movimiento de materiales.
- 3.- Condiciones de seguridad.

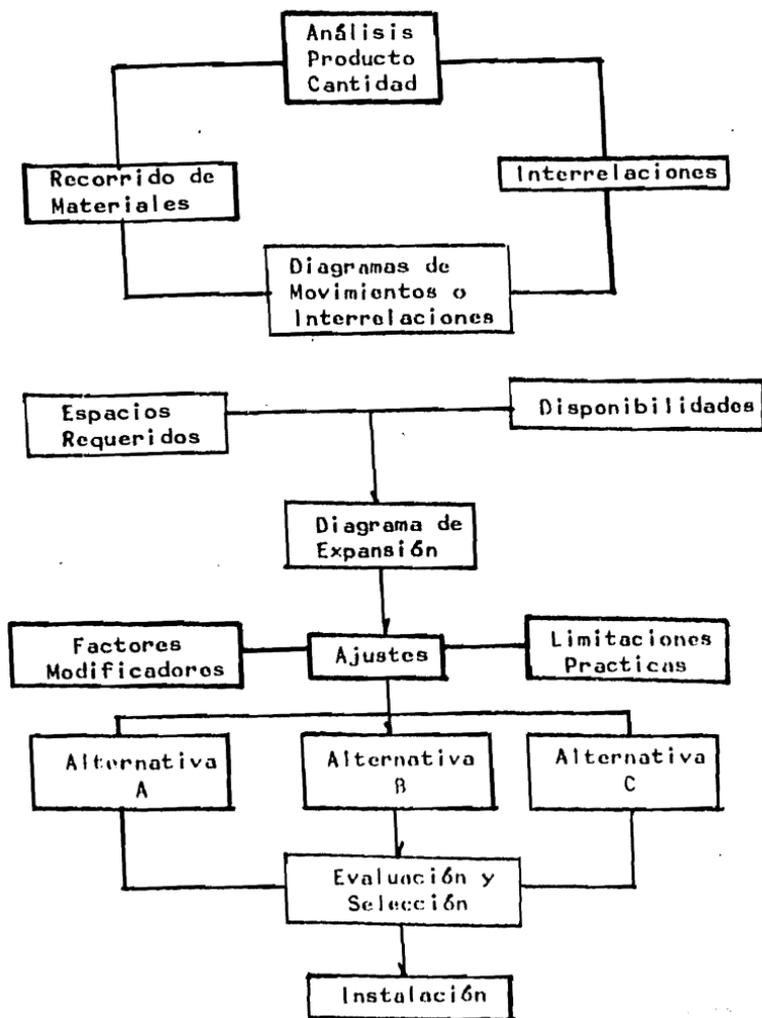
Cada uno de dichos factores y las consideraciones que surgan de su análisis constituyen las -

limitaciones prácticas. En la integración y ajuste se consideran todas las ideas que pueden surgir de tal manera que se apliquen aquellas que tengan una utilidad práctica.

Finalmente y descartando las alternativas - no viables, se ligará a tres alternativas que cumplan con el proceso.

La etapa siguiente es la evaluación de la - alternativa y la elección de la más apropiada. La alternativa elegida es, entonces, el LAYOUT propuesto, por lo cual se termina la segunda fase del método.

A continuación se presenta el diagrama del método S L P:



Después de haber mencionado algunos conceptos de lo que la distribución de planta significa, tanto sus ventajas como sus desventajas en los diversos tipos de ésta, presentamos a continuación - la manera de cómo hacer el plan de distribución.

Cada problema es diferente, y la experiencia y la teoría conducen a la mejor distribución - de planta.

La distribución de planta, como toda dirección de trabajo, es tan científica como su enfoque el cual involucra: un claro estado del problema; - factores que pueden medirse; reestablecimiento del problema; análisis objetivos; acción para aprobación e instalación y verificación.

Para el trabajo de planeación de la distribución de planta contamos con ciertas guías que es conveniente seguirlas para lograr un mejor objetivo. Estas guías son:

- 1.- Planear lo general y después los detalles.
- 2.- Planear lo ideal y posteriormente lo práctico.
- 3.- Seguir los ciclos del desarrollo de la distribución de planta y sobreponer las fases.
- 4.- Planear el proceso y maquinaria con base en - los requerimientos de material.
- 5.- Planear la distribución de planta con base en el proceso y en la maquinaria.
- 6.- Planear la construcción con base en la distribución de planta.
- 7.- Planear con ayuda de clara visualización.
- 8.- Planear con ayuda de otros.
- 9.- Revisar la distribución de planta.

## 10.- Vender la distribución de planta.

En forma más detallada, los puntos anteriores serían:

### 1.- Planear lo general y después los detalles.

La mejor forma de empezar con la distribución de planta es hacer una distribución general - de ésta y después trabajar en los detalles.

### 2.- Planear lo ideal y posteriormente lo práctico.

En primer lugar se hace una representación del plan ideal sin tomar en cuenta las condiciones existentes haciendo caso omiso del costo.

Más tarde se ajustan y se incorporan las limitaciones prácticas de construcción y otros factores.

Como una mejor conclusión, la distribución de planta será un conjunto de los objetivos básicos, de lo ideal y lo práctico y de los diversos factores que afectan a la distribución de planta.

### 3.- Seguir los ciclos del desarrollo de la distribución de planta y sobreponer las fases.

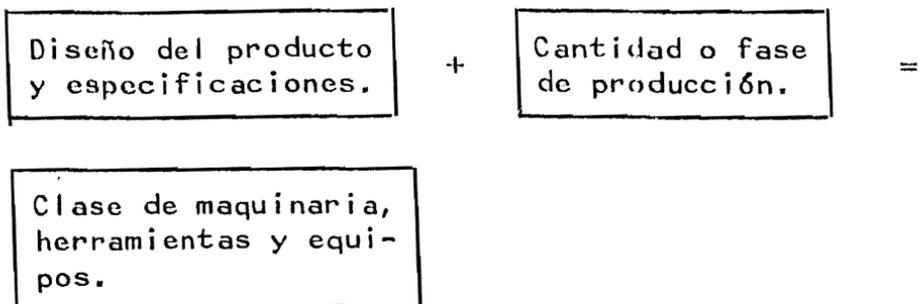
Los ciclos de la distribución de planta siguen una secuencia de cuatro pasos, cada uno hecho con seguridad.

Un especialista en distribución de planta - primero selecciona el lugar exacto para una nueva área de producción.

El segundo paso es un plan de distribución-

general de la nueva área de producción, pero la - distribución puede influir en la localización hasta no haber terminado de analizar todas las fases.

4.- Plan de proceso y maquinaria alrededor de los requerimientos de material.



El diseño del producto y las especificaciones de manufactura, determinan cuál será el proceso a seguir.

Sólo si se sabe cuántos artículos se van a producir es posible tener una base real para seleccionar la clase y cantidad de maquinaria.

5.- Planear la distribución de planta con base en el proceso y en la maquinaria.

Maquinaria, clase y cantidad, herramienta y equipo; modificado por:

Factor Hombre.

Factor movimiento.

Factor espera.

Factor construcción.

Factor servicio.

Factor cambio.... implica LAYOUT.

## 6.- Planear la construcción con base en la distribución de planta.

Es factible planear la construcción tomando en cuenta la distribución de la planta si bien no se pueden predecir los cambios que habrá, pero en cambio si se logrará planear el edificio considerando las diferentes alternativas de distribución.

## 7.- Planear con ayuda de clara visualización.

La clara visualización es esencial cuando el especialista quiere discutir sus planes con el supervisor y el personal de servicio, o cuando se presenta la propuesta a la dirección general.

## 8.- Planear con la ayuda de otros.

El especialista solicita ideas de los diferentes departamentos las cuales analiza y escoge la más conveniente.

## 9.- Revisión de la distribución de planta.

Esto se hace con la intención de que no haya incongruencia con el flujo de materiales, que los almacenes están bien ubicados, etc.

Hay que basarse plenamente en los objetivos de la distribución de planta.

## 10.- Vender el plan de la distribución de planta.

Vender la idea a personas que tomarán la de cisión es la parte más difícil del proyecto.

## MODELOS DE DISTRIBUCION DE PLANTA: EN DOS Y TRES DIMENSIONES

Son de gran utilidad práctica, no hay que cuidar que dichos modelos deben basarse en cálculos técnicamente perfectos y, por tanto, no son más que una visualización de cálculos.

Se pueden realizar plantillas de maquinaria, equipos, personal y servicios auxiliares.

Ventajas:

- 1.- Gran flexibilidad, de ahí su ventaja sobre el dibujo.
- 2.- Facilidad de visualización, sobre todo para personas no técnicas, que son la mayoría de las veces las que toman las decisiones.

Las empresas de gran magnitud en las cuales existe un departamento que estudia la distribución, se fabrican, generalmente, tableros donde indican las secciones productivas de la planta.

Los modelos tridimensionales tienen la ventaja de la visualización pero el inconveniente de su laboriosidad, por lo que resultan muy costosos.

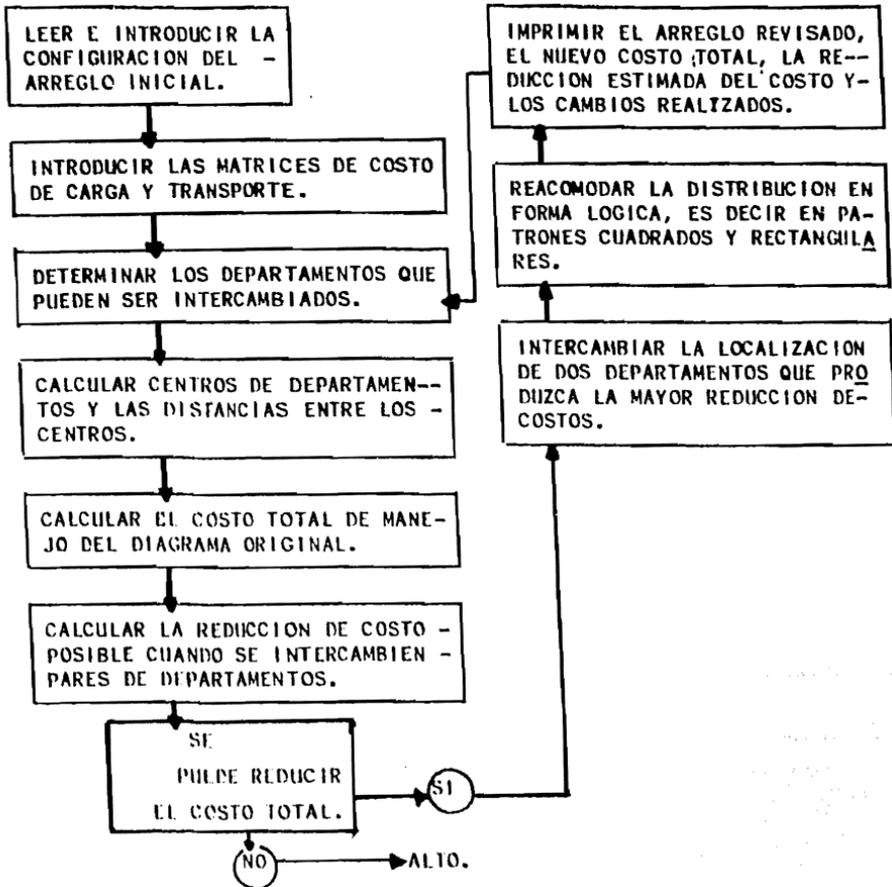
## MODELOS HEURISTICOS

Posteriormente se desarrollaron métodos de búsqueda del óptimo que dependían de algoritmos heurísticos, los que usualmente se manejan en computadora. Enfocaremos nuestra atención a uno de és

tos métodos llamado CRAFT. (Técnica de asignación relativa de las instalaciones mediante computadora). Su programa de computadora en virtud de su flexibilidad, es aplicable a diseños nuevos como a la relocalización de las instalaciones existentes. El elemento esencial provisto por el CRAFT, es el de no considerar todas las posibilidades, sino sólo una secuencia limitada de ellas, las cuales son progresivamente mejores soluciones.

La siguiente figura nos muestra la secuencia que éste programa sigue:

DIAGRAMA DE BLOQUES: CRAFT.



Existe una variante del programa CRAFT, éste es el programa LAYOUT. A continuación se presentan los detalles del mismo, tanto como su diagrama de bloques.

## PROGRAMA LAYOUT

El programa LAYOUT, como se afirmó anteriormente, es una variante del programa CRAFT. Este programa no es tan sofisticado o detallado como el CRAFT, pero finalmente los resultados que arroja son semejantes, por lo que ésto hace que sea sumamente confiable.

## DETALLES DEL PROGRAMA

Este programa situará las estaciones con requerimientos de área definida en un layout físico-solamente donde hay espacio disponible de tal manera que la tendencia sea a minimizar el viaje entre estaciones.

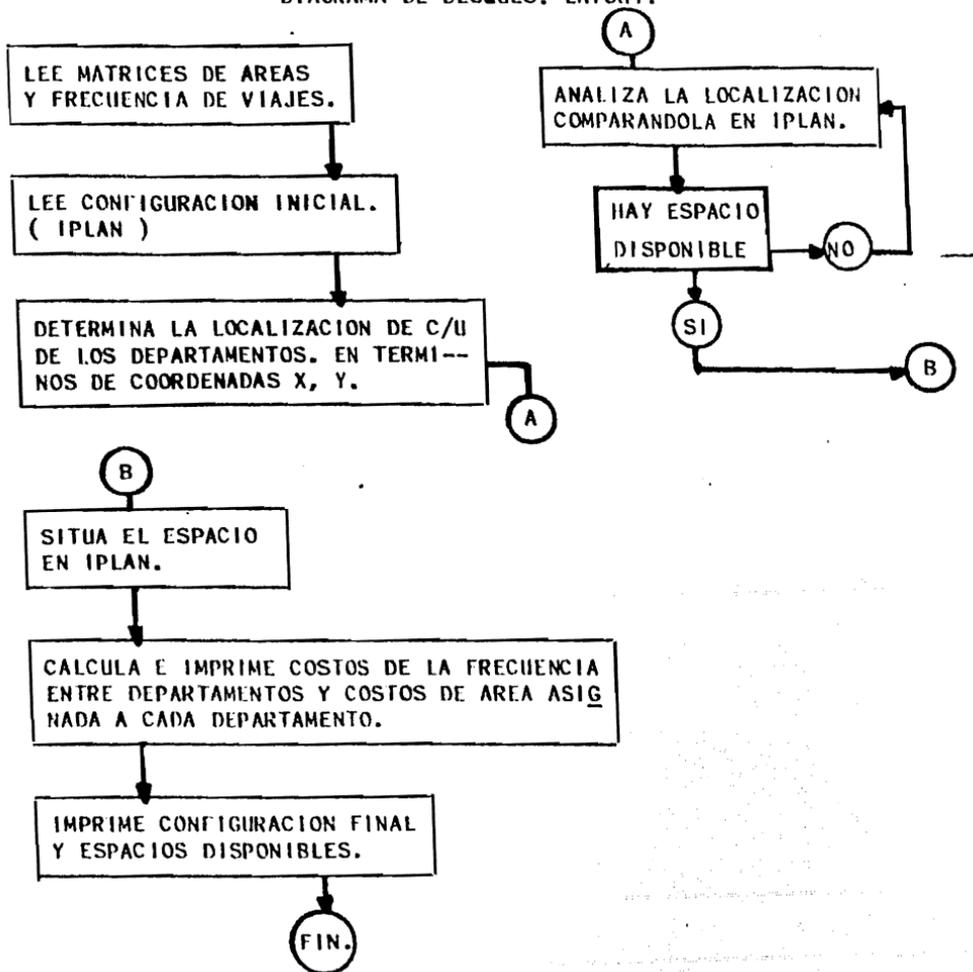
El layout resultante está evaluado en términos de viaje. Existen tres opciones:

- 1.- Elabore un layout y evalúe.
- 2.- Elabore un layout únicamente.
- 3.- Evalúe y compute o el layout existente solamente.

Las limitaciones reales pueden ser colocadas en el espacio incluyendo la elaboración del layout o un layout puede ser completado sin las restricciones iniciales. Cualquier proporción de -

Las estaciones puede ser inicialmente situada (congelada), por el usuario.

DIAGRAMA DE BLOQUES: LAYOUT.



## C A P I T U L O    I V

- PROGRAMA CRAFT.
- Forma de uso.
- Formato de los datos.
- Estructura.
- Soporte.
- Matrices del sistema real.
- Resultados del programa CRAFT.
  
- PROGRAMA LAYOUT.
- Datos de entrada.
- Matrices del sistema real.
- Descripción del modelo.
- Resultados del programa LAYOUT.
- Salida.

El diseño de la distribución y las instalaciones establecen límites amplios a la planeación y control de la producción. El diseño de las instalaciones trata de lograr, en la mejor medida posible, los diversos trayectos de flujo de material - mediante la localización relativa de los departamentos y centros de trabajo, para reducir al mínimo los costos de manejo de materiales.

Para solucionar el problema de la localización relativa en las instalaciones y centros de trabajo, se han desarrollado métodos de búsqueda - para lograr la optimización, éstos dependen de algoritmos heurísticos que usualmente se manejan en computadora. Debido a su flexibilidad se aplican - tanto a diseños nuevos de la planta como a la relocalización de las instalaciones ya existentes.

Los programas de computadora CRAFT y LAYOUT, basados en estos conceptos, fueron mencionados en el capítulo III, ahora se expondrá su forma de uso, sus elementos constitutivos y sus limitaciones, ya que son herramientas apropiadas para solucionar el diseño de la distribución en la empresa Editores - Unidos.

### PROGRAMA CRAFT

CRAFT es un programa que tiene por objetivo la localización de los departamentos y centros de trabajo dentro de una planta.

Como ya quedó establecido anteriormente, el programa CRAFT se basa en un algoritmo heurístico,

por lo que sus resultados no siempre conducen a la solución óptima, debido a que queda descartada la enumeración y evaluación de todas las posibles combinaciones de localización de los departamentos. Sin embargo su elemento esencial es el de considerar una secuencia limitada de estas combinaciones, las cuales son progresivamente mejores soluciones.

CRAFT esta escrito en lenguaje Fortran IV - para Burroughs 6700 y está disponible en el CSC de la U.N.A.M.

#### FORMA DE USO

CRAFT necesita que se le suministre los siguientes datos:

- a).- Las opciones con que se quiere ejecutar el programa (parámetros de control).
- b).- La matriz de movimiento de materiales entre departamentos. Representa el flujo de materiales interdepartamental por unidad de tiempo, para todas las posibles combinaciones de los departamentos.
- c).- La matriz de costo de movimiento de materiales. Esta matriz debe contener datos en unidades de costo por unidad de distancia.
- d).- La matriz de la distribución inicial de la planta. Esta distribución es perfilada en base a la asignación de un número para cada departamento, simulando una longitud apropiada por carácter.

## FORMATO DE LOS DATOS

DATOS	FORMATO COLUMNA		OBSERVACIONES
PARAMETROS DE CONTROL	( 1 TARJETA ).		
Número de departamentos.	12	1-2	Límite 40 departamentos.
Número de renglones - en la matriz de distribución.	12	3-4	Límite 30 renglones.
Número de columnas en la matriz de distribución.	12	5-6	Límite 30 columnas.
Control de movimiento.	12	7-8	<p>Valor 0, Analiza y ejecuta movimientos de departamentos por pares.</p> <p>Valor 1, Analiza y ejecuta movimientos de departamentos por tercias.</p> <p>Valor 2, Analiza y ejecuta todos los movimientos posibles de dos departamentos y después analiza y ejecuta todos los movimientos posibles de tres departamentos.</p> <p>Valor 3, Analiza y ejecuta todos los movimientos posibles de tres depts. y después analiza y ejecuta todos los movimientos posibles de dos depts.</p> <p>Valor 4, Analiza, para cada movimiento todas las posibles de reacomodo de 3 y 2 departamentos, elije la mejor y la ejecuta.</p>

DATOS	FORMATO COLUMNA		OBSERVACIONES
Control de impresión	12	9-10	Valor menor a 1, imprime la distribución inicial y la final.  Valor 1, imprime la distribución que obtiene en cada iteración.  Valor mayor a 1, imprime los valores de los cálculos de costo para cada iteración.
Número de departamentos fijos.	12	11-12	Especifica cuantos departamentos se toman como fijos en este problema.
Departamentos fijos.	12	13-14	Se especifica cuales son los departamentos en la planta que no pueden moverse.

#### MATRIZ DE MOVIMIENTO DE MATERIAL (1 6 2 TARJETAS POR RENGLON)

Matriz de movimiento de materiales.	20F4.0	1-80	Se alimenta por renglones una matriz cuadrada. En cada tarjeta se pueden especificar hasta 20 elementos, si es necesario se continúa el renglón en la siguiente tarjeta.
-------------------------------------	--------	------	--

#### MATRIZ DE COSTO DE MOVIMIENTO (1 6 2 TARJETAS POR RENGLON)

Matriz de costo de movimiento de materiales.	20F4.3	1-80	Se alimenta por renglones una matriz cuadrada. En cada tarjeta se pueden especificar hasta 20 elementos, si es necesario se continúa el renglón en la siguiente tarjeta.
--	--------	------	--

DATOS

FORMATO COLUMNA

OBSERVACIONES

## MATRIZ DE DISTRIBUCION ( 1 TARJETA POR RENGLON )

Distribución de planta. 3012	1-60	Se alimenta por renglones la matriz que especifica la distribución inicial. Esta distribución es perfilada en base a la asignación de un número para cada departamento, simulando una longitud apropiada por carácter.
------------------------------	------	--

## ESTRUCTURA

CRAFT está diseñado para funcionar integrando 19 modelos, llamados subrutinas, que se detallan a continuación:

**"MAIN"**

Dispara el flujo del programa.

**"LAYOUT"**

Inicializa el programa, lee y valida los datos de entrada.

**"CKISP" "VALID"**

Valida la congruencia de la distribución de planta inicial.

**"CKPAR"**

Valida la congruencia de los datos de costo y volumen y los imprime.

**"OUTISP"**

Imprime la matriz de distribución de planta.

**"ANACTL"**

Controla los movimientos de departamentos.

**"ANAN"**

Analiza los movimientos de dos departamentos.

**"ANAT"**

Analiza los movimientos de tres departamentos.

**"EXCH"**

Ejecuta los movimientos de dos departamen--  
tos.

**"EXCT"**

Ejecuta los movimientos de tres departamen--  
tos.

**"CDIST"**

Calcula la distancia mínima entre departa--  
mentos siguiendo el borde de los departamenen  
tos que encuentre en el camino.

**"CENTER"**

Encuentra el centroide de cada departamento.

**"COST"**

Calcula el costo por manejo de materiales -  
para cada distribución propuesta.

**"MESSR" "MESSQ"**

Son rutinas de utilería para mover física--  
mente departamentos.

**"PICKUP" "POSTM" "SETUP"**

Son rutinas de utilería para buscar posibi--  
lidades de movimientos.

**SOPORTE**

CRAFT es un paquete que ha sido extensamen--  
te probado e imprime claros mensajes cuando detec--  
ta algún error, sin embargo es posible que en al--  
gún momento se requiera asesoría para lograr su -

uso adecuado.

Esta asesoría puede ser obtenida en el "Centro de Cálculo de la Facultad de Ingeniería".

### MATRICES DEL SISTEMA REAL

La empresa editorial en la que se enfocó este estudio, consta de trece centros de trabajo que son:

ETIQUETA	DEPARTAMENTO
1	ARTE
2	TIPOGRAFIA
3	IMPRESION DE LITOGRAFIA
4	BARNIZ
5	SUAJE
6	ORDENADO
7	CORTE
8	IMPRESION DE TIPOGRAFIA
9	ALMACEN
10	TROQUEL
11	INSPECCION
12	DOBLADO Y PEGADO
14	QUITAR SUAJE

De los que se consideran fijos:

ARTE (1), TIPOGRAFIA (2), y ALMACEN (9).

Estos trece centros de trabajo se pueden dibujar a escala en un rectángulo de catorce renglones y veintiseis columnas representando 2 metros - por carácter (por columna) y 2 metros por carácter (por renglón), de tal manera, tenemos representada

un área de  $28 \times 52 \text{ m}^2$ . Debe tomarse en cuenta que aún cuando los centros de trabajo no necesitan ser de forma rectangular, todas las celdas que lo forman deben de estar juntas, por tal motivo se agregaron centros de trabajo ficticios los cuales representan espacios vacíos.

Equivalencia de configuración de Entrada-Salida.

ENTRADA.....	SALIDA
01 .....	A
02 .....	B
· .....	·
· .....	·
27 .....	AA
28 .....	BB
Etc. ....	Etc.

MATRIZ DE LA DISTRIBUCION INICIAL

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1																			14							
2								4											11							
3			1																							
4					8																					
5								5																		
6																										
7						2																				
8																										
9																										
10													10													
11																										
12							7																			
13											3															
14																										

C O L U M N A S

R E N G L O N E S

Para desarrollar los datos de flujo interdepartamental, fue necesario analizar los diagramas de recorrido de los materiales y los diagramas de proceso de los productos que elabora esta empresa.

La matriz de movimiento de materiales indica el flujo en términos de carga. Por ejemplo, 8 cargas entre departamentos; ARTE (1) a IMPRESION (3), durante un periodo determinado.

de \ a	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14
1			8										
2								8					
3				10	8								
4							6					4	
5													10
6							8		12		10		
7						8			10	12			
8						4							
9													
10											10		
11									10				
12						8	8						
14												8	

Matriz de movimiento de materiales.

La matriz de costo interdepartamental da el costo de manejo de materiales en pesos por unidad de distancia de recorrido para todas las combinaciones de departamentos para los cuales el flujo se establece.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14
1			2										
2								1					
3				2	1								
4							1					1	
5													1
6							2		1		1		
7						2			2	1			
8						1							
9													
10												1	
11									2				
12						1	2						
14												1	

Matriz de costo de manejo de materiales.

B6700/B7700 F O R T R A N C O M P I L A T I O N M A R K  
FILE 1=FILE5,UNIT=RLAGEF  
FILE 3=FILE6,UNIT=PRINTER  
MAIN IS SIMPLY A DEVICE FOR CALLING THE FIRST SUBROUTINE

CALL LAYOUT(O)  
STOP  
END



```

100  ITR=0
      NCV=0
      NCV=0
      NCV=0
      ACUST=0.0
      DCUST=0.0
C    READ INITIAL SPATIAL ARRAY. CLIC CHECKS IT AND SUPERVISES INITIAL
      COMPUTATIONS WITH IT AND CUTISP PRINTS IT. ANACTL THEN TAKES CVLI
      DO 1000 I=1,NROW
1000  READ(1,2003)(ISP(I+1,1),JE1,ICLL)
      CALL GOISP(1)
      CALL ANACTL
      IF(CVCTL)GOTO 1100,50
1100  CALL CUTISP(1)
      GO TO 50
8000  WRITE(3,9000)
      CALL EXIT
      RETURN
5000  STOP 5000
8600  FORMAT(40I2)
8700  FORMAT(20F4.0)
8800  FORMAT(20F4.0)
9000  FORMAT(30I2)
9001  FORMAT(3I11)
9002  FORMAT(1I1,4A1)
9003  FORMAT(12,4A1)
9020  FORMAT(10X,A3,5X,4A4)
      END

```



```

1500 CONTINUE
    TCCST = TCCOST/2.
    DETJ = 1
8000 WRITE(3,2000)
    GO TO (3,2000)
8001 WRITE(4,2001)
    GO TO (4,2001)
8002 WRITE(5,2002)
    GO TO (5,2002)
8803 WRITE(8,2003)
8804 CALL FUNCTH(1)
    STOP
9000 FORIAT(40)CINITIAL CALL ZERO LI. GREATER THAN NDLPT)
9001 FORIAT(22)C(2)TOO MANY DEPT. CALLS IN A DEPARTMENT)
9002 FORIAT(22)C(3)TOO MANY INITIAL DEPT. CALLS IN A DEPT.
9003 FORIAT(34)C(4)FIXED DEPT. ZERO OR GREATER THAN NDEPT)
    END

```

C

SUBROUTINE CFPAP PRINTS VOLUME AND COST INPUT, CHECKS IT, COMPUTES THE ELEMENT-TO-ELEMENT PRODUCT OF THESE MATRICES, CHECKS FOR 0 DIAGONAL

```

1  CEMHC  ,ICMHT ,ICLCH ,ICLUL ,ICTL  ,IOCTL ,ICHH  ,IFIX  ,ITER
2  IANAN  ,IANAT ,IANAT ,JANAT ,JANAT ,JANAT ,JCEH  ,ICEXC ,KCEXC
3  ICCLYC ,MCEXC ,MCEXC ,ICGLAC ,JJCEXC ,KJCLYC ,LLCLXC ,ICOST ,JCOST
4  IIRIN  ,IRIAX ,ICMIB ,ICMVC ,ICMVC ,ICMVC ,ICMVC ,ICMVC ,ICMVC
5  JHJSS  ,KHJSS ,LHJSS ,LHJSS ,LHJSS ,LHJSS ,LHJSS ,LHJSS ,LHJSS
6  JHJSS  ,KHJSS ,LHJSS ,LHJSS ,LHJSS ,LHJSS ,LHJSS ,LHJSS ,LHJSS
7  IPGST  ,IPSET ,JPSET ,KJSET ,LJSET ,LJSET ,LJSET ,LJSET ,LJSET
8  ICOST  ,ICOST ,ISP(32,32) ,IT(32,32) ,IVALID ,JVALID ,TCOST ,ACOST
9  IHPFX(75,44) ,IHPFX(44) ,XLCT(44) ,ILFIX(44) ,IUCEN(44) ,IUCEN(32)
10 ICCLST(44) ,IPLRIN ,ILFIX(44) ,LGVLEN(44) ,CULLEN(44)
11 ICVUL(40,40) ,IPLRIN ,ILFIX(44) ,IAJAT(40,40) ,DYST(40,40)
CALL MATOUT(CIST,1)
CALL MATOUT(COVUL,2)
FC 200 J=1,I,REPT
FC 200 I=1,I,REPT
IF(CDIST(I,J))6000,100,100
100 IF(COVUL(I,J))2000,200,200
200 COVUL(I,J)=CGVLL(I,J)*DIST(I,J)
CALL MATOUT(COVUL,3)
FC 300 J=1,I,REPT
IF(COVUL(J,J))6000,300,6000
300 CONTINUE
RETURN
800 WRITE(3,900C)
CALL POSTN(1)
STOP
900C FORMAT(2B#)COST OR VOLUME DATA INVALID)
END

```





```

C      2WAY MOVES UNT? IF 3WAY POSSIBLL MAKE IF NOT RETURN
1400  Y=ACOST
      J=HOVEA
      J=HOVEB
      CALL ANAT(-1)
C      IF 3WAY POSSIBLL, COMPARE IT WITH 2WAY, IF NOT MAKE 2WAY IMMED
1500  IF(X=ACOST)1600,1500,1600
1600  ACCST=X
      HOVEA=I
      HOVEB=J
      HOVEC=O
      CALL ANAT(1)
1700  IF(X=ANAT)1200,1700,1200
      ITER=ITER+1
      CALL OUTISP(10CTL)
      GO TO 1200
1800  CALL ANAT(1)
1850  IF(X=ANAT)1050,1700,1050
1900  IF(X=ANAT)1100,1200,1100
      STOP 1900
      ENH

```



```

DO 1500 J=1,NDEPT
DCOST(J)=BCOST+DCLST(J)
1500 DCOST=BCOST+DCLST(J)
C
C
C
IF ACTUAL COST SAVING MOVE NEW LEPTS II TO IDNDX, MODIFY ISP,
CALL AJA, FIC (20CC LN),
IF NO COST SAVING, CALCULATE CENTER, DISTANCES AND COSTS FOR
UL DEPTS (1200-1900) CENTER=2 CCDE IN IAJA(1300)
1600 IF (ICR) 1800,1800,1700
1800 WRITE(9002)HLCOST,HLCVLA,HLCVLA,
CALL CENTER(MOVEA,MOVEB)
CALL CENTER(MOVEA,MOVEB)
CALL CENTER(MOVEA,MOVEB)
CALL CENTER(MOVEA,MOVEB)
DO 1900 J=1,NDEPT
1900 DCLST(J)=COST(J)
GO TO 1300
2000 TCOST=BCOST
DO 2100 I=1,MA
IDNDX(I,MOVEA)=IDNDX(I,41)
KR=IDNDX(I,MOVEA)
2100 Y=IDNDX(I,MOVEA)
CALL GUNDX(KR,HR,NH)
DO 2200 I=1,MB
ILNDX(I,MOVEB)=ILNDX(I,42)
KR=IDNDX(I,MOVEB)
2200 Y=IDNDX(I,MOVEB)
CALL GUNDX(KR,HR,NH)
ISP(MP+1,NH+1)=MOVEC
CALL AJA
GO TO 1000
9000 F0RMA T(3H11 I J I A I B I B ACOST9X5HLCOST/)
9001 F0RMA T(1H 6I4,2E14,5)
9002 F0RMA T(35H0A13 - I.D.COST REDUCTION = I.COST =E14.5,4H TCOST =
I.E14.5,6H MOVEA I3,6H MOVEB I3)
9003 F0RMA T(3H11 I N T E R C A M B I O D E L L S D E P A R T A M E N T O S /)

```







```

ICM1 = 30
ICM2 = 1
ICM3 = 1
IP = 2000 K=1,LSLT
IF = INDX,KAF,SET
IF (IAXD) 11(0),100,1200
C 1100 OBTAIN ROW AND COLUMN COORDINATES OF SQ IN LARGER DEPT.
CALL GUNDX (K,II,JJ)
GO TO 1300
C SWITCHING ROW AND COLUMN COORDINATES ACCOMPLISHES DIAGONAL FLIP
C (COMPARE WITH 1100-STANDARD RETRIEVAL OF COORDINATES)
C 1200 CALL GUNDX (K, JJ, II)
1300 GO TO (1500,1400,1500,1400,1500,1400),IAXD
C 1400 FLIP AROUND HORIZONTAL AXIS
II = IARS (II,3)
1500 GO TO (1700,1700,1600,1600,1700,1700,1600,1600),IAXD
C 1600 FLIP AROUND VERTICAL AXIS
JJ = IAPS (JJ,3)
1700 I = II
J = JJ
C PLACE IN TEMPORARY ARRAYS
IIC (I+1,J+1) = KSLT
IJC (I+1,J+1) = KSLT
C 1800 FOR EACH THE CELL OF THE LARGER LEFT WHICH IS THE GREATEST TOTAL
C DISTANCE TO THE LEFT AND ABOVE THE RELATED COORDINATES OF THE
C CENTER OF THE SMALLER LEFT - FLIP USE AS STARTING PT OF MESSR
IIC (I+1,J+1) = IIC (I,J)
IJC (I+1,J+1) = IJC (I,J)
C 1900 OBTAIN RECTANGULAR BOUNDS OF LEFT FOR USE OF MESSR
IRMIN = MINO (IRMIN,I)
IRMAX = MAXO (IRMAX,I)
ICMIN = MINO (ICMIN,J)
ICMAX = MAXO (ICMAX,J)
2000 CALL FUR
END

```









C  
8

GP1LX UNPACKS THE I,J COORDINATES OF A CELL FROM THE SINGLE WORD  
II IDLX  
SUBROUTINE GPDLX (II, JJ)  
JJ = KK / 100  
RETURN  
II \* 100



C  
C  
C

FUNCTION ALPHA(1 PARM)
 PRINT OUT CONVERTS LETTERS TO THE CORRESPONDING LETTER CODE FOR
 DATA TABLE 1= A, 2= B, 3= C, 4= D, 5= E, 6= F, 7= G, 8= H, 9= I, 10= J, 11= K, 12= L, 13= M, 14= N, 15= O, 16= P, 17= Q, 18= R, 19= S, 20= T, 21= U, 22= V, 23= W, 24= X, 25= Y, 26= Z, 27= AA, ETC
 1
 2
 3
 4
 I= POC(1 PARM, 40) + 1
 TABLE= TABLE(1)
 END

C  
C  
C

INDEX PACKS THE I, J COORDINATES OF A CELL INTO A SINGLE WORD  
FOR STORAGE IN INDEX  
FUNCTION = INDEX (I, J)  
INDEX = II \* 100 + JJ  
RETURN  
END



```

      I=L-1
      GO TO 2200 K=1,M
2000  IF (I.EF.F) (L,2) ) (LEFT(F)) (2000,2000,2200
2100  IAJA(K,L)=C
      IAJA(I,F)=C
2200  CONTINUE
      RETURN
      END

```









```

900 ASSIGN 1200 TO LL
1000 IF (IT(I+1, J+2)) 1400, 1400, 1100
1100 ASSIGN 1300 TO LL
    ASSIGN 1700 TO LL
    GO TO 1400
1200 IF (IT(I+1, J+1)) 1600, 1600, 1000
1300 IF (IT(I+1, J+1)) 1800, 1800, 1400
1400 CONTINUE
1500 CONTINUE
1600 CONTINUE
1700 CONTINUE
C
1800 IF (K=1) 1900, 3200, 1900
1900 P=0
    ASSIGN 2900 TO LL
    ASSIGN 3000 TO LL
    DO 2700 J=JJ, JJ
    GO TO LL, 2000, 2400, 2500
2000 IF (IT(I+1, J+1)) 2700, 2700, 2100
2100 ASSIGN 2400 TO LL
2200 IF (IT(I+2, J+1)) 2600, 2600, 2300
2300 ASSIGN 2500 TO LL
    ASSIGN 2900 TO LL
    GO TO 2600
2400 IF (IT(I+1, J+1)) 3000, 3000, 2200
2500 IF (IT(I+1, J+1)) 2800, 2800, 2600
2600 I=I+1
2700 CONTINUE
2800 CONTINUE
2900 CONTINUE
C
3000 IF (K=1) 3100, 3200, 3100
3100 I=I+1
3200 RETURN
8000 WRITE(3, 9000)
    CALL FCSTNCC)
    STOP
9000 FORMAT(5I10)
    END

```







```

5700 III=III+1
    IF (IUC(JJJ+1, III))=KMESS, 5800, 5700, 5800
C 5800 SCS REMAINING IN A LESS THAN SCS IN B JUST COUNTED
    IF (IUC(JJJ+1, III))=5900, 6100, 6100
C 5900 NHH=0, HAVE SCANNED LEFT R, SET PARAMETERS, TRY R TO L, NHH=1, HAVE
    TRIED BOTH, SET FAILURE CODE (6700) AND RETURN
6000 IF (NHN) 6000, 6000, 6700
    NHH=1
    IRRIF
    GO TO 5350
6100 III=III+1
C 6200 IF (IUC(JJJ+1, III))=KMESS, 6300, 6300, 6100
6300 DECREASE COUNT OF A, REPLACE B WITH A UNTIL BLANK SQ OR A COMPLETE
    IUC(JJJ+1, III)=ONLSS
    III=III+1
6400 IF (IUC(JJJ+1, III))=6600, 6600, 6400
C 6500 IF (IUC(JJJ+1, III))=KMESS, 6500, 6300, 6500
    BLANK ENCOUNTERED IN CURRENT I.C., SET PARAMETERS FOR NEXT ROW
    III=IR+1
    NHH=JY+1
C 6600 CHECK NEW CONFIGURATION
    CALL CEXCC(IH, IIRIM, JY+1, IIRLSS, JYMESS, IIRMESS, KI.LSS
    1, IIRMESS, KMESS, IIRMESS)
6700 IIRMESS=1
6800 RETURN
END

```



```

C 110F SCAL PRESS HOLD RELACING D WITH A INCREASING COUNT OF A/LT
    IFC(1+1)200,200,100
    IFC(1+1)200,200,100
120F IFC(1+1)200,200,100
    IFC(1+1)200,200,100
    IFC(1+1)200,200,100
C 130F IFC(1+1)200,200,100
    IFC(1+1)200,200,100
C 140F IFC(1+1)200,200,100
    IFC(1+1)200,200,100
C 150F IFC(1+1)200,200,100
    IFC(1+1)200,200,100
C 160F IFC(1+1)200,200,100
    IFC(1+1)200,200,100
C 170F IFC(1+1)200,200,100
    IFC(1+1)200,200,100
180F IFC(1+1)200,200,100
190F IFC(1+1)200,200,100
200F IFC(1+1)200,200,100
    IFC(1+1)200,200,100
    IFC(1+1)200,200,100
    IFC(1+1)200,200,100
C 210F SCAL PRESS HOLD RELASING D WITH A INCREASING COUNT OF A/LT
    IFC(1+1)200,200,100
220F IFC(1+1)200,200,100
    IFC(1+1)200,200,100
C 230F IFC(1+1)200,200,100
    IFC(1+1)200,200,100
240F IFC(1+1)200,200,100
    IFC(1+1)200,200,100
C 250F SCAL PRESS COLUMN RELACING D WITH A INCREASING COUNT OF A/LT
    IFC(1+1)200,200,100
    IFC(1+1)200,200,100
260F IFC(1+1)200,200,100
    IFC(1+1)200,200,100
    IFC(1+1)200,200,100
    IFC(1+1)200,200,100
270F IFC(1+1)200,200,100
    IFC(1+1)200,200,100
C 280F IFC(1+1)200,200,100
    IFC(1+1)200,200,100
C 290F IFC(1+1)200,200,100
    IFC(1+1)200,200,100
300F IFC(1+1)200,200,100
310F IFC(1+1)200,200,100
    IFC(1+1)200,200,100
    IFC(1+1)200,200,100
C 320F IFC(1+1)200,200,100
    IFC(1+1)200,200,100
    IFC(1+1)200,200,100
    IFC(1+1)200,200,100
    IFC(1+1)200,200,100
    IFC(1+1)200,200,100
C 330F IFC(1+1)200,200,100
340F IFC(1+1)200,200,100
    IFC(1+1)200,200,100
    IFC(1+1)200,200,100

```



C  
C

```

SUBROUTINE EXCH
EXCH SUBROUTINE SERVES THE ACTUAL EXCHANGE OF TWO OBJECTS, CALLING CARVING
ROUTINES AND CLOSING THE BEST NEW CONFIGURATION IF BOTH SUCCESS
COMMON /M/ NDEPT /I/ROA /J/COL /K/CL /L/CTI /M/CHK /N/EX /O/EXC
1 /I/ABAN /M/ABDCN /I/ABAT /J/WHAT /K/ALST /L/ACT /M/CHK /N/EX /O/EXC
2 /I/EXC /M/NOVA /J/EXL /K/ALST /L/ACT /M/CHK /N/EX /O/EXC
3 /I/EXC /M/NOVA /J/EXL /K/ALST /L/ACT /M/CHK /N/EX /O/EXC
4 /I/EXC /M/NOVA /J/EXL /K/ALST /L/ACT /M/CHK /N/EX /O/EXC
5 /I/EXC /M/NOVA /J/EXL /K/ALST /L/ACT /M/CHK /N/EX /O/EXC
6 /I/EXC /M/NOVA /J/EXL /K/ALST /L/ACT /M/CHK /N/EX /O/EXC
7 /I/EXC /M/NOVA /J/EXL /K/ALST /L/ACT /M/CHK /N/EX /O/EXC
8 /I/EXC /M/NOVA /J/EXL /K/ALST /L/ACT /M/CHK /N/EX /O/EXC
9 /I/EXC /M/NOVA /J/EXL /K/ALST /L/ACT /M/CHK /N/EX /O/EXC
10 /I/EXC /M/NOVA /J/EXL /K/ALST /L/ACT /M/CHK /N/EX /O/EXC

```

C

100  
200  
300

```

NOVEA, MOVEB-DEPT IS TO BE EXCHANGE MA, MB-NO OF CELLS IN NOVEA, MOVEB
100 /I/NOVEA /M/NOVEA /J/NOVEA /K/NOVEA /L/NOVEA /M/NOVEA /N/NOVEA /O/NOVEA
200 /I/NOVEA /M/NOVEA /J/NOVEA /K/NOVEA /L/NOVEA /M/NOVEA /N/NOVEA /O/NOVEA
300 /I/NOVEA /M/NOVEA /J/NOVEA /K/NOVEA /L/NOVEA /M/NOVEA /N/NOVEA /O/NOVEA

```

C

C

500  
600

```

MB LESS THAN MA - IF SO, SWITCH THEM-700, MA=MB-NO NEED TO WORRY
ABOUT SHAPES, EXCHANGE INOLYS AND RETURN
400 /I/MA /M/MA /J/MA /K/MA /L/MA /M/MA /N/MA /O/MA
500 /I/MA /M/MA /J/MA /K/MA /L/MA /M/MA /N/MA /O/MA
600 /I/MA /M/MA /J/MA /K/MA /L/MA /M/MA /N/MA /O/MA

```

700

```

GO TO 1000
NOVEA=NOVEA
MOVEB=MOVEB
MA=DEPT(MOVEA)
MB=DEPT(MOVEB)

```

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

```

MOVE INDEX OF SMALLER DEPT TO TEMPORARY LOCATION
700 /I/NOVEA /M/NOVEA /J/NOVEA /K/NOVEA /L/NOVEA /M/NOVEA /N/NOVEA /O/NOVEA
800 /I/NOVEA /M/NOVEA /J/NOVEA /K/NOVEA /L/NOVEA /M/NOVEA /N/NOVEA /O/NOVEA
900 /I/NOVEA /M/NOVEA /J/NOVEA /K/NOVEA /L/NOVEA /M/NOVEA /N/NOVEA /O/NOVEA

```

```

ROTATE LARGER DEPT INTO STANDARD ORIENTATION
CALL STUP(NOVEA, MOVEB, NOVEA)
DEPT TO CARVE SMALLER DEPT OUT OF LARGER DEPT, TAKING ONE CELL-
RECTANGULAR CARVING (MAY BE 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20)
STARTING WITH SMALL SQUARES, TRY TAKING SUCCESSIVELY LARGER SQUARES,
RECTANGULAR CARVING (MAY BE 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20)

```

```

1100  TEXT=1
1200  IF (ICHI) 1600, 1600, 1200
1300  IF (IFC(3,900)) PLVEA, PCVFE
      GO TO 1600
C 1300  RECTANGULAR CARVING IN SQUARES, 7BY SQUARE CARVING ALSO
      CALL MESSOCIPVLA, MVEL, H, H, 41, 42, C, HA)
      IF (INESS) 1400, 1400, 1500
C 1400  SQUARE CARVING ALSO SUCCESS, CLIFARE LENGTHS OF COMMON BORDER
      IF (IFEPIN, IERIN) 1500, 1600, 1600
C 1400  RECT CARVING BEST (C, ONLY) CHICE, MOVE RESULTING DLPTS BACK
      INTO TEMPORARY INDEX (DLPTS FROM SQ CARVING HAVE OVERLAID THEM)
C 1500  CALL PICKUP(CU, MOVE, 1, C, H)
      CALL PICKUP(CU, MVEL, 4, H, H)
1600  RETURN
8000  WRITE(3,9000)
      CALL PUSTMCO)
      STOP
9000  FORMAT(46HOLXC) PARALLEL RESOLVE, OR GREATER, THAN NDEPT)
9001  FORMAT(22HOLXC) HAS TALLE RESOLVE, OR GREATER, THAN NDEPT)
END

```





```
2800 CALL PICKUP(IU,42,44,0,MC)
      RETURN
8000 WRITE(3,9000)
      CALL FUSTM(C)
      STOP
9000 FORMAT(4,HCEXCT PARAMETER NEGATIVE OR GREATER THAN NDLPT)
9001 FORMAT(22,HOLXCT HAS TAILD IJVL,13,6H MOVEB13,6H MOVEC13)
      END
```

INTERDEPARTMENT PRODUCT FLOW

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
B	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
C	0.000	0.000	0.000	10.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
E	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
F	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
G	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
H	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	12.000	0.000
I	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	4.000	0.000	0.000	10.000	12.000
J	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
L	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
M	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	10.000	0.000
N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
O	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Q	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
R	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
S	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
T	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
U	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
W	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Y	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Z	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
AA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

INTERDEPARTMENT PRODUCT FLOW

	K	L	H	N	MO	P	Q	II	S	T
A	C.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
B	C.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
C	C.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D	C.000	4.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
L	C.000	0.000	0.000	10.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
F	10.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
G	C.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
H	C.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
I	C.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
J	10.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
L	C.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
H	C.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N	C.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
FD	C.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
P	C.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
U	C.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
R	C.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
S	C.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
T	C.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
U	C.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V	C.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
W	C.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X	C.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Y	C.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Z	C.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
AA	C.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

INTERDEPARTMENT PRODUCT FLOW

	L	V	H	X	Y	Z	AA
A	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
B	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
C	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
E	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
F	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
G	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
H	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
I	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
J	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
L	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
M	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
O	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Q	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
R	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
S	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
T	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
U	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
W	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Y	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Z	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
AA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

INTERDEPARTMENT POWER COST  
PER UNIT LOAD PER UNIT DISTANCE

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	0.000	0.000	2.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
B	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
C	0.000	0.000	0.000	2.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
E	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
F	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.000	0.000	1.000	0.000
G	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.000	0.000	0.000	0.000	0.000
H	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	2.000	1.000
I	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
J	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
L	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.000	0.000
M	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	2.000	0.000	0.000	0.000
N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
O	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Q	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
R	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
S	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
T	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
U	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
W	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Y	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Z	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
AA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

INTERDEPARTMENT MOVE COST  
PER UNIT LOAD PER UNIT DISTANCE

	F	L	H	N	MC	F	G	I:	S	T
A	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
B	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
C	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
E	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
F	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
G	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
H	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
I	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
J	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Y	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
L	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
H	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
H	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
I	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
U	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
H	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
S	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
T	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
U	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
W	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Y	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Z	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
AA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

INTERDEPARTMENT MOVE COST  
PER UNIT LOAD PER UNIT DISTANCE

	U	V	H	X	Y	Z	AA
A	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
B	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
C	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
E	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
F	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
G	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
H	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
I	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
J	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
L	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
M	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
O	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Q	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
R	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
S	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
T	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
U	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
W	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Y	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Z	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
AA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000



COVCL = (MEVE CCST/LOAD)X(NO. OF LOADS)

	K	L	H	N	PC	F	G	J	S	T
A	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
B	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
C	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
E	0.000	0.000	0.000	10.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
F	10.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
G	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
H	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
I	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
J	10.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
L	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
M	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
O	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Q	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
R	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
S	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
T	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
U	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
W	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Y	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Z	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
AA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

	U	V	W	X	Y	Z	AA
A	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
B	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
C	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
E	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
F	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
G	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
H	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
I	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
J	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
L	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
M	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
O	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Q	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
R	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
S	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
T	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
U	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
W	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Y	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Z	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
AA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

LOCATION PATTERN

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1	A	A	A	A	U	U	U	D	D	D	D	MO	HO	HO	MO	MO	N	N	N	A	T	T	I	I	I	I
2	A			A	L	L	U	D	D	U	D	MO	HO	HO	MO	MO	N	N	N	A	T	T	I	I	I	I
3	A			A	H	H	E	E	E	E	L	L	L	L	MO	HO	K	K	K	K	T	T	I			I
4	A			A	H	L	E			E	L			L	F	F	F	U	U	U	V	V	I			I
5	A	A	A	A	H	H	E			E	L			L	S	S	U	U		U	V	V	I			I
6	B	B	B	B	P	P	E	E	E	E	L	L	L	L	S	S	U	U	U	U	V	V	I			I
7	B	B	B	B	P	P	Q	Q	Q	Q	Q	J	J	S	S	S	N	W	H	X	X	X	I	I	I	I
8	H	H	H	H	P	P	Q				Q	J	J	S		S	W		H	X		X	AA	AA	AA	AA
9	H			H	G	G	Q				Q	R	R	S		S	W		H	X		X	AA	AA	AA	AA
10	H			H	G	G	Q	Q	Q	Q	Q	R	R	S	S	S	W	H	H	X	X	X	AA			AA
11	H			H	G	G	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	Y	Y	Y	Z	Z	Z	AA			AA
12	H			H	G	G	C									C	Y		Y	Z		Z	AA			AA
13	H			H	G	G	C									C	Y		Y	Z		Z	AA			AA
14	H	H	H	H	G	G	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	Y	Y	Y	Z	Z	Z	AA	AA	AA	AA

TOTAL COST 2943.00 LST. CCST REDUCTION 0.00 MOVEA MOVEB MOVEC ITERATION 0

LOCATION PATTERN

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1	A	A	A	A	D	L	D	D	D	D	MC	HO	HO	HO	HO	HO	N	N	N	N	T	T	I	I	I	I
2	A			A	E	L	D	D	D	D	MC	HO	HO	HO	HO	HO	N	N	N	N	T	T	I	I	I	I
3	A			A	H	H	L	E	E	E	L	L	L	L	MC	MC	K	K	K	K	T	T	I			I
4	A			A	H	H	E			E	L			L	F	F	F	F	U	U	L	V	V	I		I
5	A	A	A	A	H	H	L			E	L			L	S	S	U	U	U	U	L	V	V	I		I
6	D	E	B	B	P	P	E	E	E	E	L	L	L	L	S	S	U	U	U	U	L	V	V	I		I
7	B	E	B	B	P	P	Q	Q	Q	Q	G	G	J	J	S	S	S	W	W	H	X	X	X	I	I	I
8	H	H	M	P	P	P	Q		C	G	G	G	J	J	S		S	H	H	H	X	X	X	I	I	I
9	H			P	Q	Q	Q		Q	G	G	G	G	S		S	H	H	H	X		X	AA	AA	AA	AA
10	H			P	Q	Q	Q		Q	C	G	G	G	C	S	S	S	H	H	H	X	X	X	AA		AA
11	H			P	Q	Q	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	Y	Y	Y	Y	Z	Z	Z	AA		AA
12	H			P	C	Q	C									C	Y		Y	Z		Z	AA		AA	
13	H			P	E	L	C									C	Y		Y	Z		Z	AA		AA	
14	H	P	P	P	E	H	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	Y	Y	Y	Z	Z	Z	AA	AA	AA	AA

TOTAL COST 2264.33 EST. COST REDUCTION 720.00 MOVEA R MOVEB Q MOVEC G ITERATION

LOCATION PATTERN

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1	A	A	A	A	L	L	L	D	D	D	D	MC	MC	MC	MC	MC	N	N	N	N	T	T	I	I	I	I
2	A			A	D	L	U	D	D	D	D	MC	MC	MC	MC	MC	N	N	N	N	T	T	I	I	I	I
3	A			A	H	H	E	E	E	E	L	L	L	L	MC	MC	K	K	K	K	T	T	I			I
4	A			A	H	H	E			L	L			L	F	F	F	G	G	G	T	T	I			I
5	A	A	A	A	H	H	E			L	L			L	S	G	G	G	G	G	V	V	I			I
6	B	B	B	B	P	P	E	E	E	L	L	L	L	L	S	S	G	G	G	G	V	V	I			I
7	B	P	P	B	P	P	I	Q	Q	U	U	J	J	S	S	S	W	W	W	X	X	X	I	I	I	I
8	H	H	H	V	P	P	I	Q	Q	U	U	J	J	S	S	S	W	W	W	X	X	X	I	I	I	I
9	H			V	Q	Q	Q	C	U	U	U	S	S	S	S	W		H	H	X		X	AA	AA	AA	AA
10	H			V	Q	Q	Q	C	U	U	U	S	S	S	S	W	W	H	H	X	X	X	AA			AA
11	H			V	Q	Q	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	Y	Y	Y	Z	Z	Z	AA			AA
12	H			V	Q	Q	C									C	Y		Y	Z		Z	AA			AA
13	H			V	R	R	C									C	Y		Y	Z		Z	AA			AA
14	H	V	V	V	R	R	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	Y	Y	Y	Z	Z	Z	AA	AA	AA	AA

TOTAL COST 1949.33 LST. COST REDUCTION 304.42 MOVEA U MOVEB S MOVEC G ITERATION

### LOCATION PATTERN

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1	A	A	A	A	U	U	U	U	L	U	E	PO	HO	MO	PO	MO	N	N	N	N	T	T	I	I	I	I
2	A			A	U	U	U	U	U	E	PO	HO	MO	PO	MO	N	N	N	N	A	T	T	I			
3	A			A	H	H	L	E	E	E	L	L	L	L	PO	MO	K	K	K	K	T	T	I			I
4	A			A	H	H	E			E	L			L	F	F	F	G	G	G	V	V	I			I
5	A	A	A	A	H	H	E	E	E	L	L			L	S	G	G	G		G	V	V	I			I
6	B	B	B	B	P	P	E	D	E	D	L	L	L	L	S	S	G	G	G	G	V	V	I			I
7	B	B	B	B	P	P	Q	J	C	D	D	J	J	S	S	S	N	N	N	X	X	X	X	I	I	I
8	H	H	H	H	P	P	Q		G	D	D	J	J	S		S	N		N	X		X	AA	AA	AA	AA
9	H			H	Q	Q	Q		C	D	D	D	S	S	S	H		H	H	X		X	AA			AA
10	H			H	Q	Q	Q	Q	C	D	D	D	S	S	S	H	H	H	X	X	X	X	AA			AA
11	H			H	Q	Q	C	C	C	C	C	C	C	C	C	Y	Y	Y	Z	Z	Z	Z	AA			AA
12	H			H	Q	Q	C								C	Y		Y	Z		Z	AA			AA	
13	H			H	R	R	C								C	Y		Y	Z		Z	AA			AA	
14	H	H	H	H	R	R	C	C	C	C	C	C	C	C	C	Y	Y	Y	Z	Z	Z	Z	AA	AA	AA	AA

TOTAL COST 1730.80    LST. COST REDUCTION 230.18    MOVEA U    MOVEB E    MOVEC D    ITERATION

### LOCATION PATTERN

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
1	A	A	A	A	U	U	U	U	U	U	C	MO	HO	HO	HO	HO	A	N	N	A	T	T	I	I	I	I	
2	A			A	U	U	U	U	L	C	C	MO	HO	HO	HO	HO	A	N	N	A	T	T	I	I	I	I	
3	A			A	H	H	C	C	C	C	L	L	L	L	PO	HO	A	N	N	A	T	T	I			I	
4	A			A	H	I	C			C	L			L	F	F	F	Q	G	G	T	T	I			I	
5	A	A	A	A	H	H	C			C	L			L	S	G	G	G	G	G	V	V	I			I	
6	B	E	B	B	P	P	C	C	C	C	L	L	L	L	S	S	G	G	G	G	V	V	I			I	
7	B	E	B	B	P	P	Q	Q	C	C	C	J	J	S	S	S	H	K	H	X	X	X	I	I	I	I	
8	H	F	F	F	P	P	Q		C	C	C	J	J	S		S	H	K	H	X	X	X	I	I	I	I	
9	H			F	Q	Q	Q		Q	C	C	C	S	S		S	H		H	X		X	AA	AA	AA	AA	
10	H			F	Q	Q	Q	Q	Q	C	C	C	C	S	S	S	H	H	H	X	X	X	AA			AA	
11	H			F	Q	Q	C	C	C	C	C	C	E	E	E	E	Y	Y	Y	Z	Z	Z	AA			AA	
12	H			F	Q	Q	C	C	C	C	D	D	E			E	Y		Y	Z		Z	AA			AA	
13	H			F	R	I	U	D	E	D	D	D	E			E	Y		Y	Z		Z	AA			AA	
14	H	F	F	F	R	I	L	D	D	D	D	D	E	E	E	E	Y	Y	Y	Z	Z	Z	AA	AA	AA	AA	
TOTAL	CCST			1717.36			EST. CCST				REDUCTION			101.32			PCVEA		E	MOVEA		D	MOVEB		C	ITERATION	
																											4

LOCATION PATTERN

1	A	A	A	A	U	U	U	U	L	U	C	PC	HO	HO	MO	MO	N	N	N	N	A	T	T	I	I	I	I
2	A			A	U	U	U	U	L	C	C	PC	HO	HO	MO	MO	N	N	N	N	N	T	T	I	I	I	I
3	A			A	H	H	C	C	C	C	L	L	L	L	MO	MO	K	K	K	K	K	T	T	I			I
4	A			A	H	H	C			C	L			L	F	F	F	G	G	G	G	T	T	I			I
5	A	A	A	A	H	H	C			C	L			L	D	G	G	G	G	G	G	V	V	I			I
6	B	B	B	B	P	P	C	C	C	C	L	L	L	L	D	S	G	G	G	G	G	V	V	I			I
7	B	B	B	B	P	P	Q	Q	C	C	C	D	D	D	D	S	S	S	S	S	S	X	X	X	I	I	I
8	M	P	P	P	P	P	Q		C	C	C	D	D	D	S	S	S	S	S	S	X	X	X	I	I	I	I
9	M			P	Q	Q	C		C	C	C	D	D	S	S	S	S	S	S	S	X		X	AA	AA	AA	AA
10	M			P	Q	Q	C	Q	C	C		C	C	D	S	S	S	S	S	J	J	X		X	AA		AA
11	H			P	Q	Q	C	C	C	C	C	C	D	D	E	E	Y	Y	Y	Y	Y	Z	Z	Z	AA		AA
12	H			P	Q	Q	C	C	C	C	H	E	E	E	E	E	Y	Y	Y	Y	Y	Z	Z	Z	AA		AA
13	H			P	L	L	H	H	H	H	H	E	E			E	Y	Y	Y	Y	Y	Z	Z	Z	AA		AA
14	H	P	P	P	L	L	H	H	H	H	H	E	E	E	E	E	Y	Y	Y	Y	Y	Z	Z	Z	AA	AA	AA

TOTAL COST 1526.40 LST COST REDUCTION 122.93 MOVEA W MOVEB E MOVEC D ITERATION 6  
 ANAT = 1.0 COST REDUCTION = DCOST = .16069E+04 TCOST = .15264E+04 MOVEA 6 MOVEB 11 MOVEC 11

### LOCATIONAL PATTERN

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1	A	A	A	A	U	U	U	U	U	U	C	PO	HO	HO	PO	HO	N	N	N	N	T	T	I	I	I	I
2	A			A	U	U	U	U	U	C	C	PO	HO	HO	PO	PO	N	N	N	N	T	T	I	I	I	I
3	A			A	H	H	C	C	C	C	L	L	L	L	PO	PO	N	N	N	N	T	T	I			I
4	A			A	H	H	C			C	L			L	PO	PO	K	K	K	K	T	T	I			I
5	A	A	A	A	H	H	C			C	L			L	F	F	F	G	G	G	V	V	I			I
6	B	B	B	B	P	P	C	C	C	C	L	L	L	L	H	S	G	G	G	G	V	V	I			I
7	B	B	B	B	P	P	L	Q	Q	C	C	C	H	H	H	S	S	S	S	X	X	X	X	I	I	I
8	H	H	V	V	P	P	U		Q	C	C	C	H	H	H	S	S	S	S	X	X	X	X	I	I	I
9	H			V	Q	Q	Q		C	C	C	C	H	H	S		S	J	J	X		X	AA	AA	AA	AA
10	H			V	Q	Q	U	U	C	C		C	C	H	S	S	S	J	J	X	X	X	AA			AA
11	H			V	Q	Q	C	C	C	C	C	C	E	E	E	E	Y	Y	Y	Z	Z	Z	AA			AA
12	H			V	Q	Q	C	C	C	C	D	D	E			E	Y		Y	Z	Z	Z	AA			AA
13	H			V	R	R	U	D	D	D	D	D	E			E	Y		Y	Z	Z	Z	AA			AA
14	H	V	V	V	R	R	U	D	D	D	D	D	E	E	E	E	Y	Y	Y	Z	Z	Z	AA	AA	AA	AA

TOTAL COST 1631.36 EST. COST REDUCTION 99.00 MOVEA J MOVEB S MOVEC W ITERATION 5

LOCATION PATTERN:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1	A	A	A	A	U	U	U	U	L	U	C	MO	HO	HO	MO	MO	N	N	N	N	T	T	I	I	I	I
2	A			A	U	U	U	U	L	C	C	MO	HO	HO	MO	MO	N	N	N	N	T	T	I			I
3	A			A	H	H	C	C	C	C	L	L	L	L	MO	MO	N	N	N	N	T	T	I			I
4	A			A	H	H	C			C	L			L	F	F	I	G	G	G	V	V	I			I
5	A	A	A	A	H	H	C			C	L			L	D	G	G	G		G	V	V	I			I
6	B	F	B	B	P	P	C	C	C	C	L	L	L	L	D	S	G	G	G	G	V	V	I			I
7	B	F	B	B	P	P	Q	Q	C	C	C	D	D	D	D	S	S	E	E	E	E	E	E	I	I	I
8	H	V	V	V	F	F	G		C	C	C	D	D	D	S	S	S	E	E	E		E	AA	AA	AA	AA
9	M			V	G	G			C	C	C	C	D	D	S		S	J	J	E		E	AA			AA
10	H			V	G	G			C	C	C	C	D	D	S	S	S	J	J	E	E	E	AA			AA
11	H			V	G	G			C	C	C	C	D	D	S	S	Y	Y	Y	Z	Z	Z	AA			AA
12	H			V	G	G			C	C	C	C	H	X	X	X	S	S	Y		Y	Z				AA
13	H			V	G	G			C	C	C	C	H	X	X	X	Y		Y	Z		Z	AA			AA
14	H	V	V	V	F	F	H	H	H	H	H	H	X	X	X	X	Y	Y	Y	Z	Z	Z	AA	AA	AA	AA

TOTAL C I ST 147 1 9 G L ST 1 C ST R E D U C T I O N 38.75 I P E A V X H V B S H V C E ITERATION 7E

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1	A	A	A	A	U	U	U	U	L	U	C	MO	MO	MO	MO	MO	V	V	V	T	T	T	I	I	I	I
2	A			A	U	U	U	U	L	C	C	MO	MO	MO	MO	MO	V	V	V	T	T	T	I	I	I	I
3	A			A	H	H	C	C	C	C	L	L	L	L	MO	MC	K	K	K	K	N	N	I	I	I	I
4	A			A	H	H	C			C	L			L	F	F	F	G	G	G	N	N	I	I	I	
5	A	A	A	A	H	H	C			C	L			L	D	G	G	G	G	G	N	N	I	I	I	
6	B	B	B	B	P	P	C	C	C	C	L	L	L	L	D	S	S	S	S	S	N	N	I	I	I	
7	B	B	B	B	P	P	Q	Q	C	C	C	D	D	D	D	S	S	S	S	S	N	N	I	I	I	
8	H	H	H	H	P	P	Q	Q	C	C	C	D	D	D	D	S	S	S	S	S	E	E	E	E	E	
9	H			H	Q	Q	Q	Q	C	C	C	D	D	D	S	S	S	S	S	S	E	E	E	E	E	
10	H			H	Q	Q	Q	Q	C	C	C	D	D	D	S	S	S	S	S	S	J	J	E	E	AA	
11	H			H	Q	Q	Q	Q	C	C	C	D	D	D	S	S	S	S	S	S	J	J	E	E	AA	
12	H			H	Q	Q	C	C	C	C	C	D	D	D	S	S	S	S	S	S	Y	Y	Y	Z	Z	
13	H			H	Q	Q	C	C	C	C	C	D	D	D	S	S	S	S	S	S	Y	Y	Y	Z	Z	
14	H	H	H	H	R	R	L	L	L	L	L	H	H	H	X	X	X	X	X	X	Y	Y	Y	Z	Z	

TOTAL COST 1434.40 LST. COST REDUCTION 38.50 MOVEA V MOVEB T MOVEC N ITERATION

LOCATION PATTERN

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
1	A	A	A	A	U	U	U	U	U	U	C	MO	MO	MO	MO	MO	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
2	A			A	U	U	U	U	U	U	C	MO	MO	MO	MO	MO	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
3	A			A	H	H	C	C	C	C	L	L	L	L	MO	MO	I	I	I	I	I	I	I				I
4	A			A	H	H	C				C	L		L	F	F	F	G	G	G	N	N	I				I
5	A	A	A	A	H	H	C				C	L		L	D	G	G	G	G	G	N	N	I	I	I	I	I
6	B	F	R	B	P	F	C	C	C	C	L	L	L	L	D	S	G	G	G	G	N	N	T	T	V	V	V
7	B	I	B	B	P	F	U	Q	G	C	C	C	D	D	D	S	S	S	E	E	E	E	E	T	T	V	V
8	H	F	F	F	F	F	Q		C	C	C	C	D	D	D	S	S	S	E	E	E	E	E	T	T	V	V
9	H			F	U	Q		Q	C	C	C	C	D	D	D	S	S	S	E	E	E	E	AA	AA	AA	AA	AA
10	H			F	Q	Q	Q	Q	C	C	C	C	C	D	D	S	S	S	J	J	J	E	AA				AA
11	H			F	Q	Q	C	C	C	C	C	C	C	D	D	S	S	S	J	J	J	E	AA				AA
12	H			F	Q	Q	C	C	C	C	C	C	H	X	X	S	S	Y	Y	Y	Z	Z	Z	AA			AA
13	H			F	R	H	H	H	H	H	H	H	H	X	X	X	X	Y	Y	Y	Z	Z	Z	AA			AA
14	H	F	F	F	R	H	H	H	H	H	H	H	H	X	X	X	X	Y	Y	Y	Z	Z	Z	AA	AA	AA	AA

TOTAL COST 1383.25 LST. COST REDUCTION 211.33 MOVEA V MOVEB T MOVEC I ITERATION 9  
 ANAN = MD COST REDUCTION = BCOST = .15173E+04 TCOST = .13833E+04 MOVEA 11 MOVEB 9  
 ANAN = MD COST REDUCTION = BCOST = .14029E+04 TCOST = .13833E+04 MOVEA 14 MOVEB 9

### LOCATION PATTERN

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1	A	A	A	A	U	U	U	U	L	U	C	MO	MO	MO	MO	MO	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
2	A			A	U	U	U	U	U	U	C	MO	MO	MO	MO	MO	I	I	I	I	I	I	I			
3	A			A	H	H	C	C	C	C	L	L	L	L	MO	MO	I	I	I	I	I	I				I
4	A			A	H	I	C				C	L			L	MO	MO	K	K	K	K	N	N	I		I
5	A	A	A	A	H	I	C				C	L		L	F	F	F	G	G	G	G	N	N	I	I	I
6	P	F	F	B	E	E	C	C	C	C	L	L	L	L	D	G	G	G	G	G	G	N	N	T	T	V
7	P	F	F	B	E	E	Q	Q	Q	Q	C	D	D	D	S	S	S	S	S	S	S	N	N	T	T	V
8	H	F	F	P	D	L	Q		C	C	C	D	D	D	S	S	S	E	E	E	E	E	T	T	V	V
9	H			P	Q	Q	Q		C	C	C	D	D	S		S	J	J	J	J	E	E	AA	AA	AA	AA
10	H			P	Q	Q	Q	Q	C	C		C	C	D	S	S	S	J	J	J	E	E	AA			AA
11	H			P	Q	Q	C	C	C	C	C	C	D	S	S	S	J	J	J	J	E	E	AA			AA
12	H			P	Q	Q	C	C	C	C	H	X	X	X	S	S	Y	Y	Y	Y	Z	Z	Z	AA		AA
13	H			P	R	L	H	H	H	H	H	X	X	X	X	X	Y		Y	Y	Z		Z	AA		AA
14	H	I	M	P	R	L	H	H	H	H	H	X	X	X	X	X	Y	Y	Y	Y	Z	Z	Z	AA	AA	AA

TOTAL COST 1365.25 LST. COST REDUCTION 20.00 MOVEA P MOVEB B MOVEC ITERATION 10  
 ANAN = 10 COST REDUCTION = BCOST = .14993E+04 TCOST = .13653E+04 MOVEA 11 MOVEB 9  
 ANAN = 10 COST REDUCTION = BCOST = .13849E+04 TCOST = .13653E+04 MOVEA 14 MOVEB 9

### LOCATION PATTERN

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1	A	A	A	A	U	U	U	U	U	U	C	MO	MO	MO	MO	MO	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
2	A			A	U	U	U	U	U	U	C	C	MO	MO	MO	MO	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
3	A			A	H	H	C	C	C	C	C	E	E	E	MO	MO	K	K	K	K	N	N	I			I
4	A			A	H	H	C				C	E		E	F	F	F	G	G	G	N	N	I	I	I	I
5	A	A	A	A	H	H	C				C	E		E	D	G	G	G	G	G	N	N	I	I	I	I
6	P	P	P	B	L	L	C	C	C	C	E	E	E	E	D	S	G	G	G	G	N	N	T	T	V	V
7	P	P	P	B	L	L	Q	Q	C	C	C	D	D	D	D	S	S	S	L	L	L	L	T	T	V	V
8	H	H	M	M	L	L	Q	Q	C	C	C	D	D	D	S	S	S	L	L	L	L	L	T	T	V	V
9	H			P	G	G	Q	Q	C	C	C	C	D	D	S	S	S	L	L	L	L	AA	AA	AA	AA	AA
10	H			P	G	G	Q	Q	C	C	C	C	D	D	S	S	S	J	J	J	L	L	AA			AA
11	H			P	G	G	C	C	C	C	C	C	D	D	S	S	S	J	J	J	L	L	AA			AA
12	H			P	G	G	C	C	C	C	C	C	D	D	S	S	S	Y	Y	Y	Z	Z	AA			AA
13	H			P	G	G	C	C	C	C	C	C	D	D	S	S	S	Y	Y	Y	Z	Z	AA			AA
14	H	P	P	P	H	H	H	H	H	H	H	H	X	X	X	X	X	Y	Y	Y	Z	Z	AA	AA	AA	AA

TOTAL COST 1347.49 LST. COST REDUCTION 17.76 MOVEA E MOVEB L MOVEC ITERATION 11

ANAN - PD COST REDUCTION - BCOST = .14815E+04 TCOST = .13475E+04 MOVEA 11 MOVEB 9

ANAN - PD COST REDUCTION - BCOST = .13671E+04 TCOST = .13475E+04 MOVEA 14 MOVEB 9



LOCATION PATTERN

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
1	A	A	A	A	U	U	U	U	U	U	C	MO	MO	MO	MO	MO	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
2	A			A	U	L	U	U	U	U	C	MO	MO	MO	MO	MO	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
3	A			A	H	H	C	C	C	C	C	S	S	S	S	MO	MO	K	K	K	K	L	L	I			I
4	A			A	H	H	C				C	S			S	F	F	F	G	G	G	L	L	I	I	I	I
5	A	A	A	A	H	H	C				C	S			S	D	G	G	G	G	L	L	L	T	T	V	V
6	P	F	P	B	B	B	C	C	C	C	C	S	S	S	S	D	E	G	G	G	L	L	L	T	T	V	V
7	P	F	P	B	B	B	Q	Q	Q	Q	C	C	D	D	D	D	E	E	E	L	L	L	L	T	T	V	V
8	H	F	F	F	L	L	Q		Q	Q	C	C	D	D	D	E	E	E	L	L	L	N	N	AA	AA	AA	AA
9	H			F	Q	Q	Q		Q	Q	C	C	D	D	E		E	J	J	N	N	N	AA				AA
10	H			F	Q	Q	Q		Q	Q	C	C	D	D	E	E	F	J	J	N	N	N	AA				AA
11	H			F	Q	Q	C	C	C	C	C	C	D	D	E	E	Y	Y	Y	Z	Z	Z	AA				AA
12	H			F	Q	Q	C	C	C	C	C	W	X	X	X	E	E	Y		Y	Z		Z	AA			AA
13	H			F	F	F	H	H	H	H	H	W	X	X	X	X	Y		Y	Z		Z	AA				AA
14	H	F	F	F	K	K	H	H	H	H	H	H	H	X	X	X	X	Y	Y	Y	Z	Z	Z	AA	AA	AA	AA

TOTAL COST 1280.36 EST. COST REDUCTION 58.20 MOVEA E MOVEB S MOVEC ITERATION 13  
 ANAN = 10 COST REDUCTION = BCOST = .14144E+04 TCOST = .12804E+04 MOVEA 11 MOVEB 9



### LOCATION PATTERN

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1	A	A	A	A	U	U	U	U	U	U	C	MO	MO	MO	MO	MO	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
2	A			A	U	U	U	U	U	U	C	MO	MO	MO	MO	MO	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
3	A			A	H	H	C	C	C	C	S	S	S	S	MO	MO	J	J	J	J	J	K	K	I		I
4	A			A	H	H	C				C	S		S	F	F	F	G	G		G	K	K	I	I	I
5	A	A	A	A	H	H	C				C	S		S	D	G	G	G	G		G	K	K	I	I	I
6	P	F	P	B	B	E	C	C	C	C	S	S	S	S	D	E	G	G	G	G	L	L	T	T	V	V
7	P	P	P	B	L	L	Q	Q	Q	Q	C	C	D	D	D	E	E	E	L	L	L	L	T	T	V	V
8	H	F	F	F	D	L	Q	Q	Q	Q	C	C	D	D	D	E	E	E	L	L	L	L	T	T	V	V
9	H			F	Q	Q	Q	Q	Q	Q	C	C	D	D	E	E	E	L	L	L	N	N	AA	AA	AA	AA
10	H			F	Q	Q	Q	Q	Q	Q	C	C	D	D	E	E	E	L	L	L	N	N	AA		AA	
11	H			F	Q	Q	C	C	C	C	C	C	D	D	E	E	E	L	L	L	N	N	AA		AA	
12	H			F	Q	Q	C	C	C	C	C	C	D	D	E	E	Y	Y	Y	Z	Z	Z	AA		AA	
13	H			F	I	H	H	H	H	H	H	X	X	X	X	X	Y	Y	Y	Z		Z	AA		AA	
14	H	F	F	F	I	H	H	H	H	H	H	X	X	X	X	X	Y	Y	Y	Z	Z	Z	AA	AA	AA	AA

TOTAL COST 1200.36 EST. COST REDUCTION 55.00 MOVEA J MOVEB K MOVEC ITERATION 15  
 AHAH = 10 COST REDUCTION = BCOST = .12699E+04 TCOST = .12004E+04 MOVEA 10 MOVEB 9

LOCATION PATTERN

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1	A	A	A	A	U	U	U	U	U	U	C	MO	HO	HO	MO	HO	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
2	A			A	U	U	U	U	U	U	C	MO	HO	HO	MO	HO	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
3	A			A	H	H	C	C	C	C	S	S	S	S	MO	HO	J	F	F	F	K	K	I			I
4	A			A	H	H	C				C	S		S	J	J	J	G	G	G	K	K	I			I
5	A	A	A	A	H	I	C				C	S		S	D	O	O	O	O	O	K	K	I	I	I	I
6	P	P	P	B	E	L	C	C	C	C	S	S	S	S	D	E	G	G	G	G	L	L	T	T	V	V
7	P	F	F	B	E	L	Q	Q	C	C	C	D	D	D	D	E	E	E	E	E	L	L	T	T	V	V
8	H	I	F	P	E	L	Q		C	C	C	D	D	D	E	E	E	L	L	L	L	T	T	V	V	
9	H			P	Q	Q	Q		C	C	C	D	D	D	E	E	E	L	L	L	N	N	AA	AA	AA	AA
10	H			P	Q	Q	Q	Q	C	C	C	D	D	D	E	E	E	L	L	L	N	N	AA	AA	AA	AA
11	M			P	G	G	C	C	C	C	C	D	D	D	E	E	E	L	L	L	N	N	AA	AA	AA	AA
12	H			P	G	G	C	C	C	C	H	X	X	X	E	E	Y	Y	Y	Y	Z	Z	Z	AA	AA	AA
13	M			P	E	H	H	H	H	H	H	X	X	X	X	X	Y	Y	Y	Y	Z	Z	Z	AA	AA	AA
14	H	F	F	P	E	H	H	H	H	H	H	X	X	X	X	X	Y	Y	Y	Y	Z	Z	Z	AA	AA	AA

TOTAL CCST 1131.70 EST. CCST REDUCTION 66.67 MOVEA F MOVEB J MOVEC ITERATION 16  
 ANAN - NO CCST REDUCTION - BCOST = .12600E+04 TCOST = .11317E+04 MOVEA 11 MOVEB 9  
 ANAN - NO CCST REDUCTION - BCOST = .11558E+04 TCOST = .11317E+04 MOVEA 10 MOVEB 9  
 EXCH HAS FAILED MOVEA 19 MOVEB 3

**RESULTADOS PROGRAMA CRAFT**

**EL COSTO DE LA DISTRIBUCION INICIAL ES DE:**

**\$ 1.836,432.00 M.N.**

**EL COSTO DE LA DISTRIBUCION FINAL ES DE:**

**\$ 706,180.80 M.N.:**

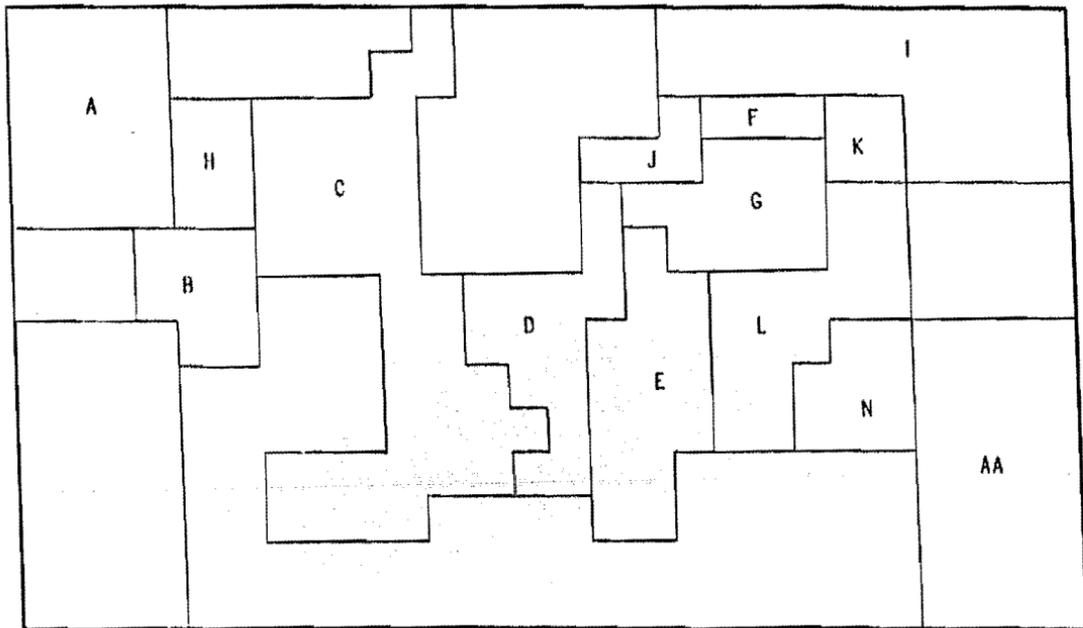
**LA REDUCCION EN LOS COSTOS ES:**

**\$ 1.130,251.20 M.N.**

**EL AHORRO OBTENIDO ES:**

**61.55 %**

DISTRIBUCION FINAL: CRAFT.



## PROGRAMA LAYOUT

LAYOUT es un programa que tiene por objetivo establecer una solución a la localización de los departamentos dentro de una planta industrial.

Este programa se basa en un algoritmo heurístico. Sitúa los departamentos con requerimientos de área definida en un Layout físico solamente donde hay espacio disponible, de tal manera que el criterio sea minimizar distancias entre departamentos.

### DATOS DE ENTRADA

El programa LAYOUT necesita que se le suministre los siguientes datos:

- a).- Las opciones con que se quiere ejecutar el programa (parametros de control).
- b).- La matriz de Departamento-Area. Esta matriz debe contener los requerimientos de área de los departamentos, en unidades congruentes en todos los casos.
- c).- La matriz de Viaje-Frecuencia. Esta matriz representa el flujo de materiales interdepartamental en terminos de carga.
- d).- La matriz de la distribución inicial de la planta.

## DATOS

## FORMATO COLUMNA

## OBSERVACIONES

## PARAMETROS DE CONTROL

Número de tareas a <u>co</u> rrer ( 1 tarjeta ).	12	1-2	Valor 1: Layout elab <u>o</u> do-evaluado.
Control de movimiento ( 1 tarjeta ).	11	2	Valor 2: Evaluar el la- yout existente. Valor 3: Elaborar el la yout solamente.
	11	4	Valor 0: Leer las tarje tas layout. Valor 1: Leer en posi- ciones basadas en coor- denadas X/Y.
( 1 TARJETA )			
Número de renglones de la matriz Departamento-Area	14	1-4	
Número de renglones de la matriz Viaje - Frecuencia.	14	5-8	
Número de columnas en la matriz de distribu- ción.	13	10-12	Lfmite 100 columnas.
Número de renglones - en la matriz de dis- tribución.	13	14-16	Lfmite 170 columnas.

DATOS	FORMATO	COLUMNA	OBSERVACIONES
-------	---------	---------	---------------

**MATRIZ DEPARTAMENTO - AREA ( 1 TARJETA POR DEPARTAMENTO )**

Códigos de los departamentos.	13	1-3	Se especifica la clave numérica de los departamentos.
Requerimientos de área	13	4-6	Se especifica los requerimientos de área de cada departamento.

**MATRIZ VIAJE - FRECUENCIA INTERDEPARTAMENTAL ( 1 TARJETA POR CADA RELACION ENTRE DEPARTAMENTOS)**

Código del departamento de origen.	13	2-4	Las dos primeras columnas contienen los códigos de los departamentos que están interconectados.
Código del departamento de destino.	13	12-14	
Frecuencia de los viajes entre departamentos.	14	21-24	La tercera columna contiene la frecuencia de los viajes entre los departamentos interconectados.

**MATRIZ DE DISTRIBUCION INICIAL ( DE 1 A 5 TARJETAS POR RENGLON )**

Distribución de planta.	13	2-4, 6-8, 10-12, 78-80	Se alimenta por renglones la matriz que especifica la distribución inicial. Cada departamento se especifica con un grupo de números iguales, simulando una longitud apropiada por caracter.
-------------------------	----	---------------------------------	---

## MATRICES DEL SISTEMA REAL

Como ya qued6 establecido anteriormente la empresa editorial consta de trece centros de trabajo que son:

CODIGO	DEPARTAMENTO
11	ARTE
22	TIPOGRAFIA
33	IMPRESION
44	BARNIZ
55	SUAJE
66	ORDENADO
77	CORTE
88	IMPRESION DE TIPOGRAFIA
89	ALMACEN
10	TROQUEL
12	INSPECCION
21	DOBLADO Y PEGADO
23	QUITAR SUAJE.

Se consideran fijos:

ARTE (11), TIPOGRAFIA (22) y ALMACEN (89).

Estos trece centros de trabajo se pueden dibujar a escala en un rectangulo de 14 renglones y 26 columnas, representando 2 metros por caracter (por columna) y 2 metros por caracter (por rengl6n). Donde las matrices de Distribuci6n inicial-Departamento-Area y Viaje-Frecuencia son las siguientes:

## MATRIZ DE LA DISTRIBUCION INICIAL

Se alimenta por renglones la matriz que especifica la distribución inicial. Esta distribución es perfilada en base a la asignación de un número para cada departamento, simulando una longitud apropiada por caracter. Cada unidad de área que no esté disponible debe contener -99. De la misma manera, los departamentos que inicialmente estén situados (congelados) tienen sus códigos de departamento mostrados en las unidades de área representadas en la matriz Departamento-Area. Perforándose los datos en las columnas; 2-4, 6-8, - - - 10-12, .... 78-80, de tal manera que 20 lugares de la tarjeta representan 20 unidades de distancia en amplitud (columna). En caso que exceda 20, se continúa en una segunda tarjeta (hasta 5 tarjetas).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
1																											
2		11												-99													
3																											
4																											
5			-99																								
6																											
7			22																								
8																										89	
9																											
10																											
11			-99																								
12																											
13																											
14																											

C O L U M N A S

## MATRIZ DEPARTAMENTO-AREA

Dpto.	Area
11	9
22	8
33	36
44	12
55	15
66	6
77	12
88	9
89	56
10	4
12	9
21	3
23	6

La primera columna contiene los códigos de los departamentos.

La segunda columna contiene los requerimientos de área.

## MATRIZ VIAJE-FRECUENCIA INTERDEPARTAMENTAL

DE	A	FREC.
11	33	208
33	44	260
44	77	156
77	10	312
10	12	260
12	89	260
44	21	104
21	77	208
77	66	208
66	12	260
22	88	208
88	66	104
66	77	208
77	89	260
33	55	208
55	23	260
23	21	208
21	66	208
66	89	312

## DESCRIPCION DEL MODELO LAYOUT

Cuando lee los datos de entrada, el modelo selecciona la primera estación de la matriz Viaje-Frecuencia que no ha sido localizada y computa la localización para el departamento en el Layout, en terminos de coordenadas X/Y.

Al computar las coordenadas, el modelo examina esta situación en la planta para ver si está disponible. Si es así una unidad de área es asignada a este departamento para esta situación. Si se requiere más unidades de área para el departamento el modelo gira alrededor de las coordenadas, asignando unidades de área mientras encuentra espacio disponible.

El modelo continúa de esta manera hasta que todos los departamentos en él han sido situados o todos los espacios disponibles en el layout han sido usados y entonces pasa a la fase de salida.











FASE I

LOCALIZACION PLAZA	ESTACION	REN. CERRILLOS	CEL	CLERENALA
33				26
44				26
77				26
10				26
12				26
21				26
60				26
80				26
23				26

FASE II y FASE III

SALIDA DETALLADA - TRIP TABLA FRECUENCIA

ESTACIONES	AREA	FREQ.	DIST. PUN.	TRIP FREQ.	DIST FREQ.
11	9	208	1463.70	1	1463.70
22	2	171	1710.22	1	1710.22
33	36	157	1557.00	1	1557.00
44	12	193	1937.22	1	1937.22
55	15	291	2911.54	1	2911.54
66	6	205	2050.55	1	2050.55
77	12	77	771.59	1	771.59
88	9	325	325.93	1	325.93
89	56	731	731.62	1	731.62
10	4	177	177.96	1	177.96
12	9	375	375.93	1	375.93
21	3	370	370.50	1	370.50
23	6	218	218.11	1	218.11

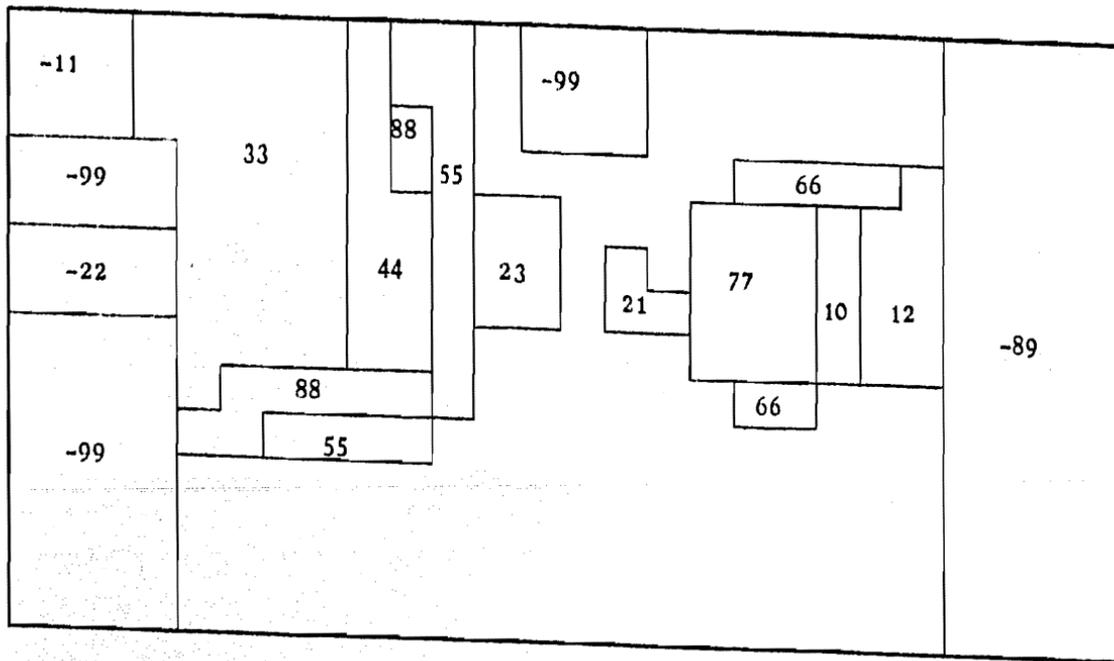
TOTALES 4612. 26548.16

TABLA DE CONFIGURACION CON UNID. DISTANCIA POR ESTA CIDA

ESTACION	AREA	UNID-DISTANCIA
11	9	1463.70
22	2	1710.22
33	36	1557.00
44	12	1937.22
55	15	2911.54
66	6	2050.55
77	12	771.59
88	9	325.93
89	56	731.62
10	4	177.96
12	9	375.93
21	3	370.50
23	6	218.11



DISTRIBUCION FINAL PROGRAMA LAYOUT.



## SALIDA

## FASE I: LOCALIZACION.

Las coordenadas (en renglón y columna) son-dadas para cada departamento que el modelo sitúa, sin tomar en cuenta si hay o no espacio disponible.

## FASE II: TABLA DE VIAJE-FRECUENCIA.

Por cada combinación departamento a departa-mento, la distancia del centro de gravedad (centro de), al centroide (en términos de viajes norte-sur, este-oeste), se suministra, igualmente con el pro-medio de tiempos-distancias de la frecuencia de viaje.

La totalidad de frecuencia de viajes, así - como la frecuencia tiempo-distancia, sumados, se - muestra para el total del layout.

## FASE III:

El total de viajes distancia-frecuencia re-lacionados a cada departamento, se muestra, así co-mo sus requerimientos de área respectiva.

## FASE IV: PLAN LAYOUT.

Esta es una muestra del layout resultante, - donde:

0 representan los espacios disponibles.

-99 indican los espacios-no-disponibles.

Números enteros negativos, otros que 99, indicen los departamentos que fueron inicialmente situados por el usuario.

Números enteros positivos no marcados, que no sean cero, indican departamentos que fueron situados por el modelo.

#### FASE V: ESPACIO DISPONIBLE EN EL LAYOUT.

Esto es simplemente una cuenta del espacio remanente en el layout después que los departamentos han sido situados. (El número de ceros que aparecen en la fase III de salida.

## C O N C L U S I O N E S

El objetivo de ésta tesis fué cumplido satisfactoriamente. Podemos asegurar con certeza que la Ingeniería Industrial tiene amplia aplicación en el campo de la industria de las artes gráficas.

Encontramos grandes beneficios en dos aspectos de suma importancia, uno de ellos es el económico y el otro es el referente a la productividad.

En el aspecto económico encontramos que al aplicar las diferentes técnicas de la Ingeniería Industrial logramos finalmente un ahorro de aproximadamente un 62%, en los costos de manejo de materiales. En el campo de la productividad los resultados proporcionan un importante incremento al instalar la nueva distribución de planta.

El haber obtenidos éstos logros, implica grandes incentivos, ya que, aplicando los conceptos teóricos a hechos reales, se pueden observar los alcances, cada vez mayores que tiene la ingeniería. El uso adecuado de éstas herramientas hará que la humanidad encuentre día a día, resultados positivos dignos de la sociedad en que vivimos.

## B I B L I O G R A F I A

- JAMES M. APPLE "Plant Layout and Materials - Handling". Ronald.
- BARSA. "Enciclopedia".
- BUFFA Y TAUBERT. "Sistemas de Producción e Inventario". Limusa, 1975.
- RICHARD L. FRANCIS. "Facility Layout and Location". Prentice Hall.
- Mc. CRACKEN DANIEL D. "Programación Fortran IV". Limusa Wiley, S.A., 1971.
- MOORE JAMES M. "Plant Layout and Design" McMillan.
- MUTTER RICHARD. "Practical Plant Layout" McGraw Hill.
- NIEBEL BENJAMIN W. "Ing. Industrial. Estudio de - Tiempos y Movimientos". Méx. Representaciones y Servicios de Ing. 1971.
- QUILLET. "Diccionario Enciclopedico".
- R. RONDOLPH KARCH. "Manual de Artes Gráficas" Trillas, 1966.

DIAGNOSTICO INDUS-  
TRIAL

Tesis. Seminario de Ing. Indus-  
trial; Fac. Ing. U.N.A.M.

NUEVA ENCICLOPEDIA  
TEMATICA.