



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

ICBI



ÁREA ACADÉMICA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL

**MANUAL DE PRÁCTICAS DE
EMPLAZAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE PLANTA**

SEMESTRE JULIO-DICIEMBRE 2018



**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA EMPLAZAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA**

FECHA DE APROBACIÓN DEL MANUAL DE PRÁCTICAS, POR ACADEMIA RESPECTIVA.

--

NOMBRE DE QUIENES PARTICIPARON EN LA ELABORACIÓN:

NOMBRE	FIRMA
M. en C. MARY CARMEN REYNA AMADOR	
M. en C. SERGIO BLAS RAMIREZ REYNA	

Vo. Bo. DEL PRESIDENTE Y SECRETARIO DE LA ACADEMIA.

NOMBRE	FIRMA
DR. HERIBERTO NICCOLAS MORALES	
DR. IVÁN ALONSO LIRA HERNÁNDEZ	

Vo. Bo. DEL COORDINADOR DEL PROGRAMA EDUCATIVO.

NOMBRE	FIRMA
Dr. GUSTAVO ERICK ANAYA FUENTES	

FECHA DE LA ÚLTIMA REVISIÓN Y/O ACTUALIZACIÓN.

DICIEMBRE 2018



**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA EMPLAZAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA**

DIRECTORIO:

MTRO. ADOLFO PONTIGO LOYOLA
RECTOR

DR. SAÚL AGUSTÍN SOSA CASTELAN
SECRETARIO GENERAL

DR. OSCAR RODOLFO SUÁREZ CASTILLO
DIRECTOR ICBI

LIC. ARTUTO FLORES ALVÁREZ
DIRECTOR GENERAL DE SERVICIOS ACADÉMICOS

DR. JOSELITO MEDINA MARIN
SECRETARIO ACADÉMICO DE ICBI

DR. JOSÉ RAMÓN CORONA ARMENTA
* JEFE(A) DEL ÁREA ACADÉMICA DE INGENIERÍA

Dr. GUSTAVO ERICK ANAYA HERNÁNDEZ
* COORDINADOR(A) DEL P.E. DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA EMPLAZAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA



ÍNDICE

ENCUADRE DEL MANUAL DE PRÁCTICAS.	1
1.- Introducción.	1
2.- Competencias.....	2
NORMAS DE SEGURIDAD. REGLAMENTOS, LINEAMIENTOS Y MANUALES.	3
1.- Reglamento de Laboratorios.....	3
2.- Medidas de Seguridad en los Laboratorios, Talleres, Clínicas y Actividades Extramuros.....	3
3.- Lineamientos de seguridad para trabajar en laboratorios, clínicas, talleres y actividades extramuros.	3
NORMAS DE SEGURIDAD ESPECÍFICAS DE LA PRÁCTICA.	7
CONTENIDO DE CADA PRÁCTICA EN PARTICULAR.	9
P1. DISTRIBUCIÓN POR PRODUCTO	9
P2. DIAGRAMA DE RELACIÓN DE ACTIVIDADES	16
P3. DISTRIBUCIÓN POR PROCESO	22
P4. DISTRIBUCIÓN POR FAMILIA DE PRODUCTOS.....	28
P5. FACTORES DE LOCALIZACIÓN DE PLANTA.....	33
P6 MÉTODO DEL CENTRO DE GRAVEDAD PARA LA UBICACIÓN DE UNA NUEVA INSTALACIÓN	38
ANEXO	46
GUÍA DE USO DEL SOFTWARE Win QSB MÓDULO FACILITY LOCATION AND LAYOUT para <i>Balanceo de Línea</i> (Line Balancing).....	46
GUÍA DE USO DEL SOFTWARE Win QSB MÓDULO FACILITY LOCATION AND LAYOUT para Distribución de planta (Functional Layout)	50
GUÍA DE USO DEL SOFTWARE Win QSB MÓDULO FACILITY LOCATION AND LAYOUT para Localización de instalaciones (Facility Location)	56



**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA EMPLAZAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA**



ENCUADRE DEL MANUAL DE PRÁCTICAS.

1.- Introducción.

La finalidad del presente manual es desarrollar las habilidades en la toma de decisiones referentes al problema de distribución de planta, aplicando los conocimientos teóricos adquiridos.

En la actualidad en las organizaciones siempre se está pensando en la mejora de procesos (industriales/servicios) en optimizar costos con la finalidad de incrementar la eficiencia. La selección adecuada de la ubicación de planta y una adecuada distribución, contribuyen al éxito de un sistema productivo. Por tal motivo se han desarrollado distintos métodos y técnicas, que permite evaluar y proponer mejoras en dos perspectivas: para instalaciones que parten de cero (construcción) o bien de mejora.

Para ello en primera instancia se propone que el alumno identifique las características de los sistemas productivos, sus ventajas y desventajas, con la finalidad de generar una propuesta de distribución contemplando las características de cada uno de esos sistemas productivos.

Una vez identificado esas características se sugiere el uso de la tecnología para la solución de problemas de distribución y localización de planta, se propone el uso de Excel y del Software Win QSB en su módulo Facility Location and Layout (Ubicación y Distribución de instalaciones) como una herramienta de solución ha problema orientados al producto, al proceso y por último a la localización de planta.

Todo lo anterior para fortalecer los conocimientos teóricos adquiridos en las sesiones áulicas, mediante la aplicación de métodos específicos.



PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA EMPLAZAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

2.- Competencias

Genéricas: Comunicación, Formación, Pensamiento Crítico, Creatividad, Liderazgo, Colaboración, Ciudadanía y Competencia de uso de la Tecnología (Todas Nivel 3).

Específicas:

- a) Administración de la cadena de suministro (Nivel 3)
- b) Diseño, implementación y control de las condiciones de trabajo óptimas (Nivel 3)
- c) Ubicación y distribución de las organizaciones productivas de bienes y servicios (Nivel 3)

Aplicar los métodos de localización, diseño o rediseño de instalaciones productivas a través de la evaluación de los factores inherentes y la tecnología que permita su óptima operación.

3.- Programa del Sistema de Prácticas y Actividades Extramuros.

NÚM. DE PRÁCTICA	UNIDAD PROGRAMÁTICA	SESIONES	NOMBRE DE LA PRÁCTICA	ÁMBITO DE DESARROLLO	PROGRAMACIÓN DE LA PRÁCTICA (SEMANA)
1	3	1	Distribución por producto	Aula	7
2	3	1	Diagrama de Relación de Actividades	Aula	8
3	3	1	Distribución por proceso	Aula	9
4	3	1	Distribución por celdas	Aula	10
5	4	2	Localización de planta	Aula	12
6	4	1	Método del Centro de Gravedad para la ubicación de una nueva instalación	Aula	13



PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA EMPLAZAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA



NORMAS DE SEGURIDAD. REGLAMENTOS, LINEAMIENTOS Y MANUALES.

- 1.- Reglamento de Laboratorios.
- 2.- Medidas de Seguridad en los Laboratorios, Talleres, Clínicas y Actividades Extramuros.
- 3.- Lineamientos de seguridad para trabajar en laboratorios, clínicas, talleres y actividades extramuros.

DE LOS USUARIOS (ALUMNO/ALUMNA):

I. Respetar la Normatividad Universitaria vigente.

II. Los alumnos sólo podrán trabajar y permanecer en el laboratorio bajo la supervisión directa del profesor, de acuerdo al Artículo 20 del Reglamento de Laboratorios. En ningún caso el auxiliar o responsable de laboratorio, podrá suplir al maestro ó investigador en su función.

III. Para asistir a sesiones de laboratorio, es requisito indispensable presentarse con manual de prácticas, guía de trabajo y/o de investigación, con los materiales que no son específicos de los laboratorios y portar adecuadamente su equipo de seguridad según aplique:

- Laboratorios **aplica para Licenciaturas en:** Química, Química en Alimentos, Biología, Ing. Industrial, Arquitectura, Ing. en Geología Ambiental, Ing. Min. Met., C. Mat., Física, Nutrición, Farmacia. **Asistir al laboratorio con bata reglamentaria blanca y de manga larga, para el Laboratorio de Manufactura será bata de color azul marino y de manga larga, para Medicina (filipina, pantalón, zapatos) y para Enfermería (pelo recogido y sin adornos, uñas cortas y sin alhajas).**
- Taller: **aplica para Licenciaturas en:** Ing. Civil, **bata reglamentaria blanca o color y de manga larga, zapato bota y antiderrapantes, portar en cada visita a obra y en la realización de trabajo en campo el casco de seguridad tipo jockey y el chaleco de seguridad de malla con franja reflejante. Min. Metalúrgico (bata blanca o color y de manga larga)**
- Clínicas **aplica para Licenciaturas en: Odontología (filipina, pelo recogido),**



PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA EMPLAZAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

- Cocinas **aplica** para Licenciaturas en: Turismo y Gastronomía asistir a laboratorios **(filipina, pantalón de algodón, zapatos antiderrapantes, gorro y/o cofia)**

- IV. La entrada al laboratorio será a la hora exacta de acuerdo a lo Programado.
- V. El laboratorio no proporcionará manuales de prácticas a los usuarios, ya que éstos serán suministrados por el catedrático de la materia correspondiente.
- VI.-Todo usuario trabajará con el equipo de seguridad que se requiera, (bata blanca, filipina, careta, mascarilla, cubre boca, cubre pelo, cofia, pantalón de algodón, guantes de hule látex, zapato de piso o antiderrapante, guantes quirúrgicos, guantes industriales y/o de asbesto, debe utilizar guantes para el manejo de simuladores y/o modelos durante la realización de los procedimientos, así como las indicaciones del profesor o bien del investigador.
- VII. El usuario tendrá cuidado de no contaminar los reactivos o tomar alguno directamente con la mano. Existen muchos reactivos de los cuales se preparan soluciones diluidas, que son altamente corrosivos. En este sentido, el contacto con ellos deber ser reducido al mínimo con las manos, la nariz o la boca. Usar en todos los casos una perilla o propipeta para auxiliarte al tomar la cantidad deseada de reactivo. Manual de Ecología, Seguridad e Higiene.
- VIII. Con respecto al equipo eléctrico éste deberá ser revisado antes y después de su uso, inclusive no debe quedar conectado aparato alguno durante vacaciones y fines de semana.
- IX. Equipo o máquina que no conozca su funcionamiento ni lo toque, puede provocar algún accidente por favor ¡solicite asesoría a su catedrático.
- X. Por ningún motivo pipeteará las soluciones con la boca, no debes “PIPETEAR” directamente del frasco que contiene al reactivo. Con esto, se evitará que los reactivos se contaminen y que los resultados de tu práctica (y la de los demás) se vean afectados. Para ello, toma **sólo la cantidad necesaria** en un vaso de precipitados y **NO DEVUELVAS EL RESTANTE** al frasco de origen. Manual de Higiene, Seguridad y Ecología.
- XI. Si necesitas preparar una solución de un reactivo que desprende gases (como los ácidos o el amoníaco) **HAZLO EN LA CAMPANA** y no en las mesas de laboratorio. Activa los extractores. Manual de Higiene, Seguridad y Ecología.



PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA EMPLAZAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

XII. En caso de que alguna sustancia corrosiva te caiga en la piel o en los ojos, LAVA INMEDIATAMENTE la parte afectada al chorro del agua durante al menos 5 minutos y AVISA A TU PROFESOR. Si el derrame fue en una gran área de la piel, si el derrame fue en de la ropa, usa las regaderas que están ubicadas en el laboratorio. Manual de Procedimientos Departamento Control del Medio Ambiente DLA-MO-7.2-01.6.

XIII. Cuando peses en la balanza cualquier producto químico hazlo en un pesafiltro o en un recipiente adecuado, NUNCA en un trozo de papel. Además, procura no tirar el producto alrededor de la balanza ya que puedes dañarla. Si esto sucede límpialo inmediatamente con una brocha y/o con un trozo de tela limpio. Manual de Higiene, Seguridad y Ecología.

XIV. Las sustancias que se manejan comúnmente en el laboratorio son altamente contaminantes. Como UNIVERSITARIOS tenemos gran compromiso con el cuidado del medio ambiente y en consecuencia debemos desecharlas de manera adecuada conforme a las indicaciones que te indique tu catedrático. NO DESECHES TUS SOLUCIONES, RESIDUOS O PRODUCTOS DIRECTAMENTE EN LA TARJA, utiliza los contenedores correspondientes al tipo de sustancia en particular. Manual de Higiene, Seguridad y Ecología.

XV. Todo frasco, bolsa, caja o contenedor, deberán ser etiquetados. Por lo tanto, cualquier sustancia con recipiente no etiquetado será desechada. Manual de Procedimientos Departamento Control del Medio Ambiente DLA-MO-7.2-01.6.

XVI. Todo usuario de laboratorio o taller, debe conocer la ubicación de los extintores, las puertas de emergencia, y la circulación del lugar en caso de emergencia.

XVII. El usuario solicitará el equipo, utensilios, herramienta, material y reactivos de acuerdo a las especificaciones del manual de prácticas, mediante el vale de laboratorio, Formato DLA-009, y su identificación oficial de la U.A.E.H.

XVIII. Que el usuario que reciba el material sea el mismo que solicite durante el desarrollo y el que haga entrega al final de la práctica.

XVIII. Los usuarios deberán revisar el mobiliario, equipo, herramienta y material que se les proporcione, verificando que esté limpio, ordenado, completo y funcionando, el cual deberá ser devuelto en las mismas condiciones. Solo Gastronomía para la recepción de material es imprescindible que el alumno revise su requisición con un día de anticipación para evitar la pérdida de práctica, siendo cada caso en específico.



PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA EMPLAZAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

XIX. Al devolver el mobiliario, equipo y material, el usuario deberá solicitar el vale de laboratorio Formato DLA-009 y su identificación oficial de la U.A.E.H.

XX. Cuando el material quede bajo la responsabilidad del usuario, el vale de laboratorio Formato DLA-009 y su identificación oficial de la U.A.E.H., será retenido por el auxiliar o responsable hasta la devolución del material.

XXI. En caso de pérdida, ruptura o desperfecto del equipo o material de laboratorio, el usuario solicitará al auxiliar el vale de adeudo Formato DLA-010 el cual debe anotar el nombre y núm. de cuenta de todos los integrantes del equipo y ser respaldado con su identificación oficial de la U.A.E.H., se deberá reponer en un plazo no mayor a 15 días hábiles., para lo cual se retendrá el vale de adeudo y su identificación oficial de la U.A.E.H.

XXII. Si el material adeudado no es repuesto en el plazo fijado, el o los usuarios responsables, no podrán continuar con la realización de las prácticas correspondientes. Control de adeudo Formato DLA-011.

XXIII. En caso de no cumplir con la reposición del material en el plazo establecido, el integrante del equipo o grupo, según sea el caso, serán dados de alta, en la aplicación del sistema de control de adeudos en laboratorios implementado en la U.A.E.H.

XXIV. La acreditación de cada una de las prácticas que se realicen, estará sujeta a la evaluación que aplique el catedrático.

XXV. El usuario que realice práctica de recuperación deberá cumplir con lo estipulado en el punto III.

XXVI. Los alumnos que por indisciplina o negligencia pongan en peligro su integridad, la de sus compañeros, la del mobiliario, material, utensilios o la de las instalaciones, serán sujetos a la sanción correspondiente prevista en el Reglamento de Laboratorios Artículo 36 y 38. Por la naturaleza de las cosas que existen en el laboratorio debes mantenerte alerta y sin distracciones (no corras, no se permiten equipos de sonido personales). TAMPOCO SE ACEPTAN VISITAS a las horas de laboratorio.

XXVII. El usuario que incurra en alguna falta académica será sancionado de acuerdo a la Normatividad Universitaria vigente.

XXVIII. Queda estrictamente prohibido realizar cualquier tipo de actividad ajena al desarrollo de las tareas propias del laboratorio, clínica y/o taller.



**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA EMPLAZAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA**

XXIX. Todo usuario deberá entrar y salir por los accesos autorizados, en orden y cuidando su integridad y la de sus compañeros. (Manual de Higiene, Seguridad y Ecología, Capítulo 1).

XXX. Los usuarios deben reportar cualquier anomalía o maltrato por parte del catedrático y del personal de laboratorio, al jefe de los mismos o en su caso a la Dirección de la escuela.

XXXI. Al concluir la práctica, deben **dejar limpia el área de trabajo, así como el mobiliario, material y equipos utilizados. NO TIRES PAPELES Y/O BASURA A LAS TARJAS, MESAS Y EN EQUIPOS.**

XXXII. Al concluir la licenciatura, maestría o doctorado y realicen su trámite de titulación al solicitar su **constancia de no adeudo de material, herramienta y/o equipo** de laboratorios, clínicas y talleres, se realizara una donación en especie a las, clínicas, laboratorios y talleres correspondientes de acuerdo al Formato DLA-043, la cantidad de la donación será entre tres y cuatro salarios mínimos vigente en el estado de Hidalgo para ello es necesario entregar la nota y escribir en el formato el material donado, posteriormente el documento que se extienda se entregará a la Dirección de Laboratorios y Talleres donde se elabora y entrega la **constancia de no adeudo**.

XXXIII.- Las situaciones no previstas en este lineamiento serán resueltos por la Dirección correspondiente y la Dirección de Laboratorios de acuerdo a la legislación universitaria aplicable.

XXXIV.- En los laboratorios se toma en cuenta la regla de cortesía la cual marca que por ningún motivo o circunstancia las personas que se encuentren dentro de las instalaciones del laboratorio, clínica y/o taller deberán de nombrarse con apodos, malas palabras o faltarse al respeto de cualquier connotación sexual, racial o social. Siendo caso contrario la Dirección correspondiente y la Dirección de Laboratorios de acuerdo a la legislación universitaria aplicable.

NORMAS DE SEGURIDAD ESPECÍFICAS DE LA PRÁCTICA.

a.- Cuadro de normas y referencias de seguridad de la práctica, para su llenado, consulte el “Manual de Higiene, Seguridad y Ecología” (Anexo C)

TIPO DE RIESGO	COMO EVITARLO	COMO PROCEDER EN CASO DE UN ACCIDENTE...
----------------	---------------	--



**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA EMPLAZAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA**

NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO

b.- Cuadro de disposición de residuos: consulte el “Manual de Procedimientos del Departamento de Control del Medio Ambiente. Plan de Manejo de los Residuos CRETI (Anexo E) y el “Manual de Procedimientos del Departamento de Control del Medio Ambiente. Plan de Manejo de los Residuos RPBI” (Anexo F)

TIPO DE RESIDUOS	CLASIFICACIÓN	TIPO DE CONTENEDOR
NINGUNO	NINGUNO	NINGUNO

Las actividades realizadas en cada una de las prácticas contenidas en el presente manual no generan riesgos para los alumnos, y al no manejar ningún tipo de material no existen residuos.



**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA EMPLAZAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA**

CONTENIDO DE CADA PRÁCTICA EN PARTICULAR.

Identificación.

NOMBRE DE LA PRÁCTICA:	P1. DISTRIBUCIÓN POR PRODUCTO		
NO. DE PRÁCTICA:	1	NO. DE SESIONES:	1
NO. DE INTEGRANTES MÁXIMO POR EQUIPO:	1		

1. Introducción.

Las líneas de fabricación de zapatos, las plantas de fabricación de vehículos de tracción mecánica y el servicio de lavado de auto son algunos ejemplos de distribuciones por producto.

En la distribución por producto la disposición de las áreas de fabricación se integra de acuerdo a los pasos progresivos mediante los cuales se realiza el producto. Y está puede estar organizada, bien de forma continua (refinerías, celulosas, centrales eléctricas, etc.) o de forma repetitiva (línea de montaje o línea de fabricación). Siendo las más representativas la línea de fabricación y la línea de montaje, cuya característica de producción es tener un volumen alto de producción y una variedad baja de productos a fabricar.

En las líneas de montaje un producto se arma progresivamente a medida que es transportado. En las líneas de fabricación se construyen componentes; por ejemplo: la fabricación de llantas para automóvil o las partes metálicas de un aparato electrodoméstico, que pasa por una serie de máquinas.

Los supuestos en estos sistemas de fabricación son los siguientes:

- 1.- El volumen es adecuado para la utilización exhaustiva del equipo.
- 2.- La demanda del producto es suficientemente estable para justificar una inversión considerable en equipo especializado.
- 3.- El producto es estandarizado o se acerca a una etapa de su ciclo de vida que justifica



PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA EMPLAZAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

la inversión en equipo especializado.

4.- El suministro de materias primas y componentes es adecuado y de calidad uniforme (adecuadamente estandarizado) para asegurar que funcionará con el equipo especializado.

Dentro de las ventajas principales de la distribución orientada al producto están:

- 1.- El bajo costo variable por unidad usualmente asociado con los productos estandarizados de alto volumen.
- 2.- Bajos costos de manejo de materiales.
- 3.- Inventarios de trabajo en proceso reducidos.
- 4.- Capacitación y supervisión más sencillas
- 5.- Producción rápida.

Dentro de las desventajas se tiene:

- 1.- Se requiere de un volumen alto de fabricación debido a la gran inversión necesaria para establecer el proceso.
- 2.- Debido a la precedencia que existe en las actividades si se detiene el proceso en cualquier parte se detiene toda la operación.
- 3.- Falta de flexibilidad cuando se presenta variedad de productos o tasas de producción.

Por lo que, si se considera únicamente la secuencia de operaciones, la distribución es una operación relativamente sencilla, ya que se busca situar la máquina tan cerca como sea posible de su tarea predecesora integrando una línea de fabricación o de ensamble, donde el producto sobre el cual se trabaja recorre la línea de producción de una estación a otra integrando hasta ser completado.

Cabe mencionar que el flujo de trabajo puede adoptar diversas formas dependiendo de cuál se adapte mejor a cada situación a su medio ambiente y el método de fabricación.



PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA EMPLAZAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

2. Objetivo General.

El alumno desarrollara una propuesta de distribución de planta orientada al producto, mediante un enfoque de Balanceo de línea, con la finalidad de determinar la secuencia de acomodo de las estaciones de trabajo.

3. Objetivos Específicos.

- Balancear la línea de fabricación
- Determinar el número de estaciones de trabajo
- Determinar la eficiencia de la misma
- Determinar el número de operarios
- Realizar la propuesta de acomodo de las estaciones calculadas, mediante un croquis de la distribución.

4. Reactivos/insumos, materiales/utensilios y equipos.

a) EQUIPOS/SOFTWARE.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	OBS.
1	Computadora Personal	Computadora HP AIO 22-C007LA (AMD A6 21.5 PULG.)	
1	Software para disposición de planta	Win QSB última versión	
1	Video proyector	Videoprojector LG PW1000 (BLUETOOTH)	
b) Materiales			
1	Cable	HDMI 4 m. Master SKU: 47686. Office Depot	
1	Multicontacto	SANELEC OPP, SKU: 47164	



**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA EMPLAZAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA**

5. Desarrollo de la Actividad Práctica

El problema se describe de la siguiente manera:

- Hay un conjunto de n tareas diferentes que deben terminarse para cada artículo.
- El tiempo requerido para terminarse la tarea i es una constante t_i
- El objetivo es organizar las tareas en grupos, ejecutándose cada grupo en una sola estación de trabajo.
- En la mayoría de los casos, la cantidad de tiempo asignada a cada estación de trabajo se conoce con antelación. Basándose en la tasa deseada de producción de la línea de ensamble. Lo que se conoce como tiempo de ciclo y se denota con la letra C .

Considerando la información de la Tabla No. 1, y empleando el software Win QSB determine el Balanceo de línea según la demanda establecida en el problema. Realice la actividad anterior siguiendo los pasos del **Anexo** y conteste las preguntas del apartado 6.

Los pasos generales para la aplicación del enfoque del Balanceo de línea son los siguientes:

- 1.- Elaborar una lista con todas las operaciones que constituyen las líneas.
- 2.- Determinar el tiempo de ejecución de cada operación en el proceso.
- 3.- Prescribir la relación de precedencia, estableciendo su diagrama de flechas correspondiente.
- 4.- Calcular el valor del tiempo de ciclo.
- 5.- Determinar el número de estaciones de trabajo, así como el número de empleados necesarios.
- 6.- Calcular la eficiencia de la línea.
- 7.- Proponer la disposición de las estaciones en la línea.
- 8.- Calcular el costo de manejo de materiales.



PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA EMPLAZAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

Problema. Las operaciones necesarias para el ensamblado de secadores portátiles para el cabello se muestran en la siguiente tabla, así como los tiempos de ejecución de cada operación y sus precedencias. El análisis de mercado justifica una producción de 40 secadores de cabello por jornada de 8 horas. Determine una propuesta de balanceo de línea y con ello un croquis de la disposición de las estaciones.

OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN	TIEMPO EN MINUTOS	PRECEDENCIA
A	Montaje en línea	5.0	----
B	Preparación del mango	3.5	A,E
C	Introducción del interruptor de electricidad en el mango	7.0	B
D	Incorporar la goma espuma amortiguadora en el mango	10.5	B
E	Incorporar la base del motor	4.5	A
F	Colocar el cable	6.0	A,E
G	Atornillar los accesorios precedentes del mango	5.0	C,D
H	Ensamblar asa especial en el mango	3.0	G
I	Rotular la marca en el mango	0.5	F,G
J	Atornillar el asa en el mango	3.0	H
K	Ensamblar el motor en la base	2.0	E
L	Colocar la extensión del cable del mango a la base del motor	10.0	K
M	Ensamblaje del mango y la base del motor	2.2	J,I
N	Desmontaje de la línea	3.0	M

Tabla No 1. Operaciones, tiempos y precedencias del ensamble de un secador para cabello.



PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA EMPLAZAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA



En el siguiente cuadro dibuje el diagrama de precedencia.

6. Cuestionario.

Contestar en un hoja en blanco y anexar a su manual

- 1.- ¿Cuáles son las características de una distribución orientada al producto?
- 2.- ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de una distribución orientado al producto?
- 3.- ¿Cuál es la diferencia entre una línea de ensamble y una línea de montaje?
- 4.- Antes de realizar la propuesta de distribución es necesario valorar el diseño del proceso Si, ¿Por qué? y No, ¿Por qué?
- 5.- ¿Qué es el balanceo de línea y cuál es la finalidad de hacer uso de ese criterio para generar el diseño de la distribución del área de fabricación?
- 6.- ¿Si modifica la demanda considerando las siguientes cantidades: 45, 60, 75 y 90 unidades demandadas, ¿cómo se ve afectada la eficiencia y la disposición final del sistema?
- 7.- ¿Cuál fue el criterio que consideraste para realizar el balanceo de línea? Justifícalo.



**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA EMPLAZAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA**

- 8.- ¿Qué criterio de asignación le genera mejores resultados?
- 9.- Elabora el croquis de distribución de bloques de la línea.
- 10.- ¿Si deseará evaluar el costo de manejo de materiales de su propuesta, que otros datos serían necesarios para efectuar dicho calculo?

7. Formato y especificación del reporte de práctica.

- a) **Introducción**
- b) **Objetivo**
- c) **Desarrollo de la actividad práctica**
- d) **Resultados**
- e) **Discusión**
- f) **Cuestionario**
- g) **Bibliografía**

8. Bibliografía

Heragu, S. (2008). *Facilities Design*. Boca Raton London New York: CRC Press Taylor & Francis Group.

Meyers, F., & Stephens, M. (2006). Diseño de Instalaciones de manufactura y manejo de materiales. En *Diseño de Instalaciones de manufactura y manejo de materiales* (pág. 508). México: Pearson Prentice Hall.

Nahmias, S. (2014). *Análisis de la producción y de las operaciones*. México: Mc Graw Hill Education.

Sule, D. (2001). *Instalaciones de Manufactura, Ubicación, planeación y diseño*. México: Thomson Learning.

Tompkins, J., White, J., Bozer, Y., & Tanchoco, J. (2014). *Planeacion de instalaciones*. México: CENGAGE LEARNING.



PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA EMPLAZAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

Identificación.

NOMBRE DE LA PRÁCTICA:

P2. DIAGRAMA DE RELACIÓN DE ACTIVIDADES

No. DE PRÁCTICA:

2

NO. DE SESIONES:

1

NO. DE INTEGRANTES MÁXIMO POR EQUIPO:

1

1. Introducción.

Richard Muther define a la distribución de planta como la ordenación física de los elementos industriales. Esta ordenación, ya practicada o en proyecto, incluye, tanto los espacios necesarios para el movimiento del material, almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las otras actividades o servicios, como el equipo de trabajo y el personal de taller". Puede comprender, solamente un lugar de trabajo o la ordenación completa de cientos de metros de propiedad industrial.

Para tal efecto Muther, R. (1973) desarrolló un procedimiento que denominó planificación sistemática de la disposición o SLP (Systematic Layout Planing) el cual emplea como base el diagrama de Relación de Actividades, dicho diagrama se desarrolla en función a la medición de flujo entre departamentos la cual puede determinarse de manera cuantitativa o cualitativa. Las medidas cuantitativas consideran las piezas por hora, los movimientos por día, o el peso de unidades movidas por semana. Las medidas cualitativas evalúan la conveniencia de adyacencia entre departamentos, es decir la cercanía absoluta o lejanía de los mismos según convenga. En ambos casos se puede emplear los valores de cercanía de la relación; estos se muestran en la tabla siguiente:



PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA EMPLAZAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

VALOR	CERCANIA	Valor
A	Absolutamente necesaria	4
E	Muy importante	3
I	Importante	2
O	Está bien una cercanía normal	1
U	No es importante	0
X	No es conveniente	-1

Tabla. 2 Claves y valores de prioridad en las tablas de relaciones.

Tabla de Relaciones

Es una tabla cuadriculada que valora la importancia de la relación entre departamentos, por ejemplo, la cercanía que debe existir entre un par de departamentos o más y lo conveniente que dos departamentos no se encuentren cercanos por cuestiones operativas.

La tabla de relaciones se desarrolla del modo siguiente:

- 1.- Enlista todos los departamentos en la tabla de relaciones
- 2.- Realizar entrevistas o encuestas con el personal y administradores de cada departamento enlistado anteriormente.
- 3.- Definir los criterios que se consideraron para asignar las relaciones de cercanía y registrar las razones para los valores de relación, por ejemplo, en la Tabla No. 3 se muestran criterios que justifican los valores de cercanía asignados.
- 4.- Establecer el valor y la razón en todos los pares de departamentos.
- 5.- Permitir que todos los que opinan en el desarrollo de la tabla de relaciones tengan oportunidad de evaluar y analizar los cambios en la misma.

CÓDIGO	RAZÓN
1	Misma bahía
2	Flujo de material
3	Servicio
4	Conveniencia
5	Control de inventario
6	Comunicación
7	Mismo Personal
8	Limpieza
9	Flujo de piezas

Tabla No. 3 Razones tras el valor de “cercanías”

Es importante señalar que el flujo de material, personas o información; puede ser una razón principal para asignar la clave de relaciones, no necesariamente es la única



PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA EMPLAZAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

consideración. Varios factores pueden influir sobre la clave de relaciones como:

- 1- Cantidad de flujo
- 2- Costo del manejo de materiales
- 3- Equipo de manejo de materiales
- 4- Necesidades de comunicación estrecha
- 5- Necesidad de compartir el mismo personal
- 6- Necesidad de compartir algún equipo
- 7- Separación necesaria debido a ruido, peligro, sustancias químicas, humos o materiales explosivos.

2. Objetivo General.

El alumno elaborara una tabla de relación de actividades, efectuando una medición cuantitativa del flujo entre departamentos, con la finalidad de aplicar dicho saber posteriormente.

3. Objetivos Específicos.

- Definir los departamentos
- Determinar el área necesaria para cada centro de trabajo
- Elaborar una tabla de relaciones a partir de la información de la tabla desde - hasta, con la finalidad de transferir la información con una clave de cercanía (A, E o I etc.), en función al grado de flujo que existe entre departamentos.
- Elaborar un diagrama de bloque considerando las relaciones de cercanía calculadas.



**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA EMPLAZAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA**

4. Reactivos/insumos, materiales/utensilios y equipos.

a) EQUIPOS/SOFTWARE.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	OBS.
1	Computadora Personal	Computadora HP AIO 22-C007LA (AMD A6 21.5 PULG.)	
1	Software	Office 365 Excel	
1	Software	Win QSB (última versión)	
1	Video proyector	Videoprojector LG PW1000 (BLUETOOTH)	
b) Materiales/Herramientas			
1	Cable	HDMI 4 m. Master SKU: 47686. Office Depot	
1	Multicontacto	SANELEC OPP, SKU: 47164	
10	Flexómetros	Compacto, 5m, cinta $\frac{3}{4}$ ", Marca Truper	
10	Medidor Láser de distancias	Marca Stanley, Modelo:H-5803. Lee hasta longitudes de 100 ft, mide en pulgadas pies o metros. Precisión 2 mm.	

5. Desarrollo de la Actividad Práctica.

Con la información siguiente elabora el diagrama de relación de actividades con su respectivo valor y razón de cercanía, para diseñar un diagrama por bloques que contemple dichos cálculos.

Una empresa cuenta con los departamentos A, B, C, ..., y J, cuyas áreas requeridas por departamento son las que se muestran en la Tabla No. 4.



**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA EMPLAZAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA**

Dpto.	Área (ft ²)
A	400
B	1000
C	2600
D	400
E	2400
F	1000
G	3600
H	1200
I	400
J	2400

Tabla No. 4 Requerimiento de área por departamentos

Una vez que se registró el área requerida por departamento, se realizó un análisis del patrón de flujos de materiales entre departamentos obteniéndose la información de la tabla siguiente:

		Hasta								
Desde	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	----	0	12	0	132	16	0	220	20	24
B	0	----	176	0	216	0	144	128	0	0
C	0	0	----	0	0	184	0	0	28	0
D	212	136	240	----	36	0	236	0	164	0
E	0	0	140	0	----	0	192	0	0	160
F	0	180	0	188	108	----	248	228	0	0
G	172	0	156	0	0	0	----	112	224	152
H	0	0	32	40	204	0	0	----	0	0
I	0	168	0	0	104	156	0	148	----	200
J	0	124	196	120	0	116	0	108	0	----

Tabla No. 5 Matriz Desde - Hacia de flujo de materiales entre 10 departamentos.

Procedimiento de solución:

1. En una hoja en Excel transcriba la Matriz Desde - Hacia y registre los flujos entre departamentos.
2. Con la información anterior elabore una Matriz de frecuencia de viajes y en ella registre también la clave de valor de cercanía correspondiente.
3. En un Diagrama de Relación de Actividades registre el resultado de sus cálculos del paso anterior.
4. Con las dimensiones de área requeridas por departamento, considere tamaños de



**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA EMPLAZAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA**

bloques de 200 ft² y elabore un diagrama de bloque discreto; considerando las relaciones de cercanía calculadas.

6. Cuestionario.

- 1.- ¿Cuál es la diferencia entre secuencia y flujo?
- 3.- ¿Qué criterios tiene que considerar para una propuesta de distribución de planta empleando un diagrama de relación de actividades?
- 4.- ¿Qué aspectos se consideran para elaborar una tabla de relación de actividades?
- 5.- ¿Cuál es la finalidad de emplear una tabla Desde – Hacia?
- 6.- ¿Cuál es la diferencia entre una distribución por bloques discreta y continua?
- 6.- ¿Fue complicado la determinación de los datos?

7. Formato y especificación del reporte de práctica.

- a) **Introducción**
- b) **Objetivo**
- c) **Desarrollo de la actividad práctica**
- d) **Resultados**
- e) **Discusión**
- f) **Cuestionario**
- g) **Bibliografía**

8. Bibliografía

Muther, R. (1973). *Systematic Layout Planning* (2a. ed.). Boston: Cahners Books
Sule, D. (2001). *Instalaciones de Manufactura, Ubicación, planeación y diseño*. México: Thomson Learning.
Tompkins, J., White, J., Bozer, Y., & Tanchoco, J. (2014). *Planeacion de instalaciones*. México: CENGAGE LEARNING.



PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA EMPLAZAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

Identificación.

NOMBRE DE LA PRÁCTICA:	P3. DISTRIBUCIÓN POR PROCESO		
No. DE PRÁCTICA:	3	NO. DE SESIONES:	1
NO. DE INTEGRANTES MÁXIMO POR EQUIPO:	1		

1. Introducción.

La distribución de planta por proceso se adopta cuando la producción se organiza por lotes (por ejemplo: muebles, talleres de reparación de vehículos, sucursales bancarias, hospitales, hoteles, etc.). El personal y los equipos que realizan una misma función general se agrupan en una misma área, de ahí que estas distribuciones también sean denominadas por funciones o por talleres. En ellas, los distintos trabajos tienen que moverse, de un área a otra, de acuerdo con la secuencia de operaciones establecida para su obtención. La variedad de productos fabricados supondrá, por regla general, diversas secuencias de operaciones, lo cual se reflejará en una diversidad de los flujos de materiales entre talleres. A esta dificultad hay que añadir la generada por las variaciones de la producción a lo largo del tiempo que puedan suponer modificaciones (incluso de una semana a otra) tanto en las cantidades fabricadas como en los propios productos elaborados. Esto hace indispensable la adopción de distribuciones flexibles, con especial hincapié en la flexibilidad de los equipos para el transporte y manejo de materiales de un área de trabajo a otras.

La toma de decisiones para abordar el problema de distribuciones orientadas al proceso se enfoca en disminuir las distancias recorridas y el coste del manejo de materiales (en el caso de los servicios, disminuir los recorridos de los clientes) con el objeto de aumentar la eficiencia de las operaciones.

Por otra parte, si existiera un flujo de materiales claramente dominante sobre el resto la distribución de los talleres podría asemejarse a la disposición de los equipos en una línea de producción.

Situación no habitual en dichos sistemas productivos, por lo que se busca algún criterio que permita el acomodo de los departamentos de tal manera que el manejo de los



**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA EMPLAZAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA**

materiales y el costo asociado por este rubro sea el mínimo, considerando como factor de decisión encontrar la distancia mínima entre departamentos, es de importancia mencionar que puede no ser el único criterio de decisión, pudiendo ser otro como la relación de actividades, o el manejo de espacios para determinar la distribución de planta.

Dentro de las ventajas que ofrece esta disposición encontramos:

Mayor empleo de máquinas

Se puede manejar equipo de uso general

Muy flexible para asignar personal y equipo

Diversidad de tareas para el personal

Es posible una supervisión especializada

Las desventajas que pueden presentarse son:

Mayor requerimiento de manejo de materiales

Control más complicado de la producción

Más trabajo en proceso

Líneas de producción extensas

Se necesitan mayores conocimientos para adaptarse a la diversidad de tareas requeridas.

2. Objetivo General.

El alumno propondrá la configuración del área de producción empleando como criterio de decisión el enfoque de análisis de las secuencias, elaborando una disposición de bloques para presentar su propuesta.

3. Objetivos Específicos.

- Recolección estadística de los desplazamientos entre talleres
- Elaboración de la matriz Desde-Hacia
- Construcción gráfica del proceso
- Elaboración del arreglo físico final



PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA EMPLAZAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

4. Reactivos/insumos, materiales/utensilios y equipos.

c) EQUIPOS/SOFTWARE.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	OBS.
1	Computadora Personal	Computadora HP AIO 22-C007LA (AMD A6 21.5 PULG.)	
1	Software para disposición de planta	Win QSB última versión	
1	Video proyector	Videoprojector LG PW1000 (BLUETOOTH)	
d) Materiales			
1	Cable	HDMI 4 m. Master SKU: 47686. Office Depot	
1	Multicontacto	SANELEC OPP, SKU: 47164	



**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA EMPLAZAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA**

5. Desarrollo de la Actividad Práctica.

El enfoque del análisis secuencial de las operaciones consiste en estudiar los diferentes desplazamientos que se producen por el traslado de los materiales y del recurso humano entre los diferentes talleres o secciones del proceso de transformación. Con el objetivo de ubicar los departamentos lo más cerca posible considerando los desplazamientos entre ellos, mediante los siguientes pasos:

1. Elaborar la matriz de recorridos o matriz desde-hacia que muestra el número de viajes hechos en cada dirección para cada par de departamentos.
2. Con la información anterior generar la Matriz de frecuencia de viajes entre departamentos que muestra el número de viajes hechos por el equipo o personas encargadas del manejo de materiales entre departamentos por lo que combina las dos direcciones y muestra el número total de viajes entre cada par de departamentos lo que genera una matriz simétrica.
3. Del paso anterior determinamos una tabla de relaciones empleando las claves, de valores y razones de cercanía.
4. Proponer una alternativa de acomodo por bloques bajo el criterio de carga distancia de los departamentos evaluados, considerando un análisis de la distancia rectilínea. Realizando mejoras esquemáticas continuas hasta alcanzar un gráfico ideal de proceso, comprendiendo la complejidad de cálculo de dicho proceso. Para ello se propone el uso del Software WinQSB en el módulo Facility Location and Layout (Localización y diseño de instalaciones) para la solución de problemas de tipo, Functional Layout (Distribución funcional).



PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA EMPLAZAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

Considere el siguiente caso con sus respectivos datos.

En una tienda departamental se desea realizar un estudio a fin de disminuir las quejas constantes de los clientes provocados por los desplazamientos en grandes distancias de un departamento a otro, en el momento de realizar sus compras. Para lo cual se determinó por medio de análisis estadístico los desplazamientos diarios tomados durante una sección de servicio en dicha tienda. Los cuales se muestran a continuación:

Desde	Hacia									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Carnicería	---	350	50	85	150	--	123	--	124	--
2. Embutidos y lácteos	39	---	20	--	2	--	18	--	250	--
3. Artículos del hogar	---	12	--	--	--	128	--	12	12	5
4. Frutería	2	5	--	--	45	--	--	--	150	52
5. Panadería y tortillería	2	10	--	5	--	--	41	--	123	--
6. Perfumería	---	---	156	--	--	--	--	23	--	12
7. Licorería	6	8	--	5	101	--	--	--	51	125
8. Librería y artículos escolares	---	---	--	---	--	103	--	--	9	53
9. Alimentos básicos	102	58	15	48	78	15	56	14	--	11
10. Regalos y tarjetería	---	--	7	12	--	15	45	278	45	--

Tabla No. 6 Matriz Desde – Hacia de flujo entre departamentos

Empleando el método de análisis secuencial de las operaciones, elabora una configuración adecuada que ayude a disminuir la distancia recorrida. Considere los espacios requeridos para cada departamento.

Departamentos	Área necesaria por departamento (m ²)
1. Carnicería	800
2. Embutidos y lácteos	600
3. Artículos del hogar	600
4. Frutería	600
5. Panadería y tortillería	800
6. Perfumería	400
7. Licorería	400
8. Librería y artículos escolares	400
9. Alimentos básicos	1000
10. Regalos y tarjetería	400

Tabla No. 7 Área requerida por secciones en la tienda departamental



**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA EMPLAZAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA**

- Para su solución ver Anexo en SOFTWARE Win QSB MÓDULO FACILITY LOCATION AND LAYOUT para Functional Layout (Distribución de planta).

6. Cuestionario.

- 1.- Define que es una disposición por proceso.
- 2.- ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de un sistema orientado al proceso?
- 3.- ¿Cuál es la complejidad de cálculo para determinar la solución óptima?

Puede consultar:

<https://www.youtube.com/watch?v=mIWZYLwQAjA>

7. Formato y especificación del reporte de práctica.

- a) Introducción
- b) Objetivo
- c) Desarrollo de la actividad práctica
- d) Resultados
- e) Discusión
- f) Cuestionario
- g) Bibliografía

8. Bibliografía

Meyers, F., & Stephens, M. (2006). Diseño de Instalaciones de manufactura y manejo de materiales. En *Diseño de Instalaciones de manufactura y manejo de materiales* (pág. 508). México: Pearson Prentice Hall.

Nahmias, S. (2014). *Análisis de la producción y de las operaciones*. México: Mc Graw Hill Education.

Sule, D. (2001). *Instalaciones de Manufactura, Ubicación, planeación y diseño*. México: Thomson Learning.

Tompkins, J., White, J., Bozer, Y., & Tanchoco, J. (2014). *Planeacion de instalaciones*. México: CENGAGE LEARNING.



PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA EMPLAZAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

Identificación.

NOMBRE DE LA PRÁCTICA:	P4. DISTRIBUCIÓN POR FAMILIA DE PRODUCTOS		
No. DE PRÁCTICA:	4	NO. DE SESIONES:	1
NO. DE INTEGRANTES MÁXIMO POR EQUIPO:	1		

1. Introducción.

Una célula para nuestro fin es la agrupación de máquinas y trabajadores que elaboran una sucesión de operaciones sobre múltiples unidades de un ítem o familia de ítems.

La distribución celular considera las ventajas de una distribución por producto la cual aplica a una fabricación de grandes series, y una distribución por proceso la cual se concentra a la fabricación de pequeñas series, tomando la eficiencia de la primera y la flexibilidad de la segunda.

Mediante la clasificación se agrupan piezas, de forma que las características de las distintas piezas de un grupo sean similares, lo que implica la agrupación también de máquinas en unidades de producción, donde se lleven las piezas en bruto y se obtenga un producto terminado o listo para continuar su proceso en ensamble. A lo anterior se le denomina Tecnología de grupo (TG). La cual puede definirse como una serie de medidas de racionalización que tienden a hacer extensivas a las pequeñas series las ventajas obtenidas en la fabricación de grandes series.

Por ejemplo, una planta que produce 10.000 piezas diferentes podría ser capaz de agrupar la gran mayoría de esas piezas en 50 o 60 familias distintas. Donde cada familia tendría características de diseño y fabricación similares. Por lo tanto, la producción de cada miembro de una misma familia será similar, lo que puede utilizarse para mejorar la eficiencia del proceso de fabricación de esa familia, agrupando las máquinas en grupos o células para facilitar el flujo del trabajo.

Las plantas que instalan células en forma consistente informan los siguientes beneficios:



PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA EMPLAZAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

- Manejo reducido de materiales: las disminuciones de 67 a 90% en la distancia recorrida no son infrecuentes, dado que las operaciones son adyacentes dentro de un área específica.
- Inventario reducido en promedio: las disminuciones de 50 a 90% son comunes, porque el material no queda en espera para operaciones de proceso distantes. También, dentro de la misma célula, se usan lotes más pequeños o flujos de una sola pieza, lo cual reduce aún más la cantidad de material en proceso.
- Tiempo de producción más corto: Reducción de días a horas o minutos, ya que piezas y productos pueden fluir con rapidez entre las operaciones adyacentes.
- Un control de producción más fácil
- Mayor productividad de los operarios
- Acciones rápidas sobre problemas de calidad
- Una mejor capacitación y utilización del personal
- Mejor manejo de cambios en la ingeniería

Dentro de las desventajas

Rechazo o falta de aceptación por parte de los trabajadores

Control en el soporte en la planificación, control de inventario y (o) contabilidad de costos por parte del personal debido a cambios en los procedimientos y las prácticas.

Reducción en el uso de las máquinas.

2. Objetivo General.

Determinar celdas de fabricación, en sistemas productivos; que manufacturan una gran variedad de productos estandarizados en pequeños lotes de producción.



PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA EMPLAZAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

3. Objetivos Específicos.

- Contar con los diagramas de flujo de proceso de la(s) operaciones actualizados.
- Efectuar un análisis de producto cantidad con el fin de centrarse en aquellos productos que representan el 80% de la producción que se realiza en la empresa o bien el 80% de los ingresos.
- Registrar la ruta del proceso.
- Determinar la celda de fabricación empleando el DCA.

4. Reactivos/insumos, materiales/utensilios y equipos.

A) EQUIPOS/SOFTWARE.			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	OBS.
1	Computadora Personal	Computadora HP AIO 22-C007LA (AMD A6 21.5 PULG.)	
1	Software	Office 365	
1	Video proyector	Videoprojector LG PW1000 (BLUETOOTH)	
b) Materiales			
1	Cable	HDMI 4 m. Master SKU: 47686. Office Depot	
1	Multicontacto	SANELEC OPP, SKU: 47164	



**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA EMPLAZAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA**

5. Desarrollo de la Actividad Práctica.

*Algoritmo de agrupamiento directo **DCA***

En una hoja de Excel y considerando la Matriz máquina –parte (ver Figura 1) utiliza el algoritmo de agrupamiento directo DCA en el cual un 1 indica que la parte requiere procesamiento por la máquina indicada; un espacio en blanco señala que la máquina no se emplea para la parte específica. La metodología DCA consta de los siguientes pasos:

Paso 1. Ordenar las filas y las columnas. Sumar los 1s en cada columna y en cada fila de la matriz máquina-parte. Ordenar las filas (de mayor a menor) en orden descendente y en las columnas de (izquierda a derecha) en orden ascendente de la cantidad de 1s en cada una. Donde hay un empate, romperlo en una secuencia numérica descendente.

Paso 2. Ordenar las columnas. Comenzando con la primera fila de la matriz, correr a la izquierda de la matriz todas las columnas que tengan un 1 en la primera fila. Continuar el proceso una fila tras otra hasta que no haya oportunidad de correr las columnas.

Paso3. Ordenar las filas. Columna por columna, comenzando con la del extremo izquierdo, correr las filas hacia arriba cuando existen oportunidades de formar bloques de 1s. (Debe destacarse que efectuar el ordenamiento de las columnas y las filas se facilita por medio del uso de hojas de cálculo, como Excel.)

Paso 4. Formar celdas. Buscar oportunidades de formar celdas de modo que todo el procesamiento para cada parte ocurra en una sola celda.

# parte	# máquinas																										
	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	1		1		1			1	1		1						1	1									
2	1		1		1			1	1		1						1	1					1				
3	1		1		1			1	1		1						1	1					1				
4	1		1		1			1	1		1						1	1					1				
5	1		1			1		1	1		1						1	1					1				
6	1		1			1		1	1		1						1	1					1				
7	1		1			1		1	1		1						1	1					1				
8		1		1			1			1		1							1	1				1			
9		1		1			1			1		1							1	1				1			
10	1		1											1	1	1	1					1			1	1	1
11	1		1											1	1	1	1					1			1	1	1
12	1		1											1	1	1	1					1			1	1	1
13	1		1											1	1	1	1					1			1	1	1

Matriz máquina-parte

Figura No. 1 Matriz Máquina –parte. Tomado de Tompkins pp. 88



**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA EMPLAZAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA**

6. Cuestionario.

- 1.- ¿Cuál es la ventaja operativa y de diseño de una celda de fabricación?
- 2.- En que consiste un sistema flexible de producción vs celdas de fabricación?
- 3.- ¿Qué complicaciones se presentan al determinar el número de partes y de máquinas para determinar las celdas de fabricación?

7. Formato y especificación del reporte de práctica.

- a) **Introducción**
- b) **Objetivo**
- c) **Desarrollo de la actividad práctica**
- d) **Resultados**
- e) **Discusión**
- f) **Cuestionario**
- g) **Bibliografía**

8. Bibliografía

Sule, D. (2001). *Instalaciones de Manufactura, Ubicación, planeación y diseño*. México: Thomson Learning.
Tompkins, J., White, J., Bozer, Y., & Tanchoco, J. (2014). *Planeacion de instalaciones*. México: CENGAGE LEARNING.



PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA EMPLAZAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

Identificación

NOMBRE DE LA PRÁCTICA:

P5. FACTORES DE LOCALIZACIÓN DE PLANTA

No. DE PRÁCTICA:

5

NO. DE SESIONES:

1

NO. DE INTEGRANTES MÁXIMO POR EQUIPO:

1

1. Introducción.

La localización industrial está íntimamente ligada a las condiciones geográficas, así como a los adelantos de la técnica, sobre todo a las disposiciones de energía y en general a las condiciones económicas de la región y de la época. Este problema no se planteó con características distintivas hasta bien entrado el siglo XIX, ya que en sus principios las formas de la vida económica eran muy simples, las organizaciones industriales de poca importancia y restricción de mercado, por lo que, para elegir su ubicación, bastaba un estudio descriptivo de la región, y así, la política y la economía ignoraron los problemas de la separación de espacio y de la distribución de la industria, hasta que con el advenimiento, de sistemas económicos avanzados, siendo estos aquellos en los que hay que satisfacer mayor número de necesidades con recursos limitados, para atender a poblaciones dispersas cada día en mayores áreas, se empezó a dar a la localización industrial una importancia apreciable.

EL problema de la localización se forma por el hecho de que nuestro planeta no es homogéneo, y por lo tanto, determinados lugares geográficos presentan ventajas e inconvenientes para cada industria en particular, tanto desde el punto de vista de los recursos naturales que posee, como de las características sociales o ambientales que el hombre ha creado; el clima mismo, presenta en algunos casos una ventaja o un inconveniente para una empresa y todo ello debe tomarse en cuenta, y ponderarse debidamente en las características de un lugar.

La elección de una zona industrial, entre las varias clasificaciones como tales en una región, depende de las exigencias particulares de la Industria que trata de establecerse, como son el consumo de energía (electricidad, agua, gas, etc.) importancia del transporte de mercancía y número de obreros necesarios. Lo anterior procederá siempre con vistas a la más estricta economía.

La energía no solo tiene que poder ser suministrada, sino también a un precio que



PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA EMPLAZAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

genere el menor costo de fabricación. Las posibilidades de transporte (ferrocarriles, carreteras, etc.) no bastan con encontrarse en las proximidades de las fábricas, sino que las distancias a los lugares de abastecimiento de materias primas y de venta sean lo más corta posibles, para que los gastos de transporte sean soportables y la nueva fábrica pueda competir con la ya establecidas. Con respecto a la mano de obra tal vez no sea un problema por la disponibilidad, pero considerar que radique cerca del lugar de trabajo y sea el adecuado para realizar el trabajo sean algunos de los factores a considerar de dicho recurso. Sin embargo, evaluar la cultura y organización social del entorno sea crucial para la operatividad de la empresa.

La naturaleza de las ubicaciones alternativas y de las atracciones y ventajas de cada lugar para la ubicación de una industria son los factores determinantes para la ubicación final. La mejor ubicación es aquella que posibilite a la compañía para producir sus productos con la mayor utilidad posible. Se dice comúnmente que la mejor ubicación es la que permite que la empresa produzca y distribuya sus productos (cantidad fija o supuesta) al menor costo posible.

Localización Industrial: Es la aplicación de técnica y procedimientos científicos para ubicar de manera que produzca y distribuya su producto al menor costo unitario.

La determinación de dicha ubicación rara vez depende de un solo factor, sino que generalmente concurren varios factores económicos.

2. Objetivo General.

Que el alumno defina los factores de localización a considerar para la ubicación de un centro productivo el cual permita el suministro y distribución de su producto o servicio a bajo costo.

3. Objetivos Específicos.

- Definir cuáles son los factores de localización y que evalúan cada uno de ellos
- Definir los criterios a considerar para elegir los factores pertinentes para la ubicación de una fábrica según sea el caso.
- Investigar si en Pachuca cuentan con los medios para industrializar.
- El alumno enlistará que factores interviene en la localización de una Planta Industrial.



PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA EMPLAZAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA



4. Reactivos/insumos, materiales/utensilios y equipos.

a) MATERIALES/UTENSILIOS.			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	OBS.
1	Formato de Factores de Localización	Formato propuesta está sujeto a modificación según proyecto.	Documento Anexo al final de práctica.
b) EQUIPOS/SOFTWARE.			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	OBS.
1	Computadora personal	Computadora HP AIO 22-C007LA (AMD A6 21.5 PULG.)	
1	Software	Office 365	

5. Desarrollo de la Actividad Práctica.

- En función a la dinámica de clase el alumno: Definirá cuáles son los factores de localización y que evalúan cada uno de ellos.
- Enlistará los criterios a considerar para elegir los factores pertinentes para la ubicación de una fábrica según sea el caso (Proyecto).
- Investigar si en Pachuca cuentan con los medios para industrializar.
- El alumno enlistará que factores interviene en la localización de una Planta Industrial (ventajas y desventajas).

6. Cuestionario.

- 1.- ¿Cuáles son los factores que intervienen en una localización industrial?
- 2.- ¿Cuáles son las ventajas o desventajas de la localización de una industria en Pachuca?
- 3.- ¿En qué consiste la Localización Industrial?



**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA EMPLAZAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA**

7. Formato y especificación del reporte de práctica.

- a) Introducción**
- b) Objetivo**
- c) Desarrollo de la actividad práctica**
- d) Resultados**
- e) Discusión**
- f) Cuestionario**
- g) Bibliografía**

8 Bibliografía

Meyers, F., & Stephens, M. (2006). Diseño de Instalaciones de manufactura y manejo de materiales. En *Diseño de Instalaciones de manufactura y manejo de materiales* (pág. 508). México: Pearson Prentice Hall.

Nahmias, S. (2014). *Análisis de la producción y de las operaciones*. México: Mc Graw Hill Education.

Sule, D. (2001). *Instalaciones de Manufactura, Ubicación, planeación y diseño*. México: Thomson Learning.

Tompkins, J., White, J., Bozer, Y., & Tanchoco, J. (2014). *Planeacion de instalaciones*. México: CENGAGE LEARNING.



PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA EMPLAZAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

Nombre de la empresa: _____ Giro: _____		
Proyecto: Construcción o Mejora		
Nombre del analista(s): _____		
Nombre del asesor: _____		
Factor de localización	Ventajas	Desventajas
A. Materiales y Mercados		
A.1 Análisis de la Transportación		
A.2 Análisis de la Transportación de productos terminados		
B. Nivel de vida		
B.1 Educación		
B.2 Economía		
B.3 Política		
B.4 Social		
C. Mano de Obra		
C.1 Disponibilidad		
C.2 Costo		
C.3 Estabilidad		
C.4 Organización (sindicatos)		
D. Servicios de Fábrica		
D.1 Agua		
D.2 Energía Eléctrica		
D.3 Combustible		
D.4 Drenaje		
D.5 Vías de comunicación		
E. Servicios de personal		
E.1 Habitación		
E.2 Servicios médicos, iglesias		
E.3 Recreación		
F. Terreno		
F.1 Costo		
F.2 Topografía		
F.3 Orientación		
G. Clima		
H. Leyes y Reglamentos		
H.1 Impuestos		
H.2 Reglamento para construcción de industrias		
H.3 Legislación Obrera		
Otros:		



PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA EMPLAZAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

Identificación.

NOMBRE DE LA PRÁCTICA:

P6 MÉTODO DEL CENTRO DE GRAVEDAD PARA LA
UBICACIÓN DE UNA NUEVA INSTALACIÓN

No. DE PRÁCTICA:

6

NO. DE SESIONES:

2

NO. DE INTEGRANTES MÁXIMO POR EQUIPO:

1

1. Introducción.

El problema de localizar una planta se presenta tanto para ubicar una empresa nueva como para una ya existente. El proceso que define la decisión puede variar dependiendo del giro de la empresa y las exigencias competitivas a alcanzar, pero una vez que se analiza la tendencia y los factores relevantes para localizar una planta, se procede a tomar la decisión de ubicación.

En este caso se considera el problema de ubicar solo una nueva instalación. Para ello se propone el Método del Centro de Gravedad, método que se basa en el modelo matemático de carga-distancia que se utiliza para evaluar ubicaciones, basado en factores de proximidad. Por lo que el Método del Centro de Gravedad es una técnica que consiste en un algoritmo de localización que se basa en la ubicación de un sitio en función de otros ya existentes considerando las distancias que las separan y los volúmenes de artículos que se manejan.

El método inicia con la colocación de instalaciones existentes en un plano cartesiano, con el objetivo de establecer las distancias relativas entre las ubicaciones. El centro de gravedad se determina mediante el cálculo de las coordenadas x y y que dan por resultado el costo mínimo de transporte.



**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA EMPLAZAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA**

2. Objetivo General.

El alumno emplee el Método del Centro de Gravedad considerando la ubicación de instalaciones existentes, relacionadas con la operatividad del sistema productivo. Con la finalidad de determinar la ubicación óptima de una planta nueva única.

3. Objetivos Específicos.

- Determinar el sistema de coordenadas de las instalaciones existentes
- Colocar las ubicaciones existentes en un plano cartesiano
- Aplicar el Método del Centro de Gravedad. Empleando el software WinQSB en su Módulo Facility Location (Localización de Instalaciones)
- Definir las coordenadas de la nueva ubicación
- Elaborar el plano cartesiano con el resultado calculado
- Determinar el flujo y el costo desde-hacia, de la nueva instalación

4. Reactivos/insumos, materiales/utensilios y equipos.

c) MATERIALES			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	OBS.
1	Cable	HDMI 4 m. Master SKU: 47686. Office Depot	
1	Multicontacto	SANELEC OPP, SKU: 47164	
d) EQUIPOS/SOFTWARE.			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	OBS.
1	Computadora Personal	Computadora HP AIO 22-C007LA (AMD A6 21.5 PULG.)	
1	Software	WinQSB	
1	Software	Office 365 Excel	
1	Video proyector	Videoprojector LG PW1000 (BLUETOOTH)	



PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA EMPLAZAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

5. Desarrollo de la Actividad Práctica.

Considere el siguiente planteamiento. Se desea ubicar una nueva máquina herramienta en el departamento de producción. Existen ocho máquinas que tendrán una relación con la máquina nueva, debido a la secuencia de producción de una parte; y por lo tanto existirá un flujo de manejo de materiales entre ellas. Las máquinas existentes se encuentran en los siguientes puntos:

$$M_1 = (2,8), M_2 = (1,6), M_3 = (9,6), M_4 = (6,8), M_5 = (5,2), M_6 = (3,1), M_7 = (4,1), \\ M_8 = (10,4).$$

El costo por distancia unitaria recorrida es igual entre la máquina nueva y cada máquina existente, Los viajes por día entre la máquina nueva y las existentes es el siguiente: 48, 23, 50, 65, 11, 34, 38 y 44, respectivamente. Ver Tabla No. 8. El objetivo es encontrar una microlocalización que permita minimizar costos.

Máquinas	Ubicación		Ponderaciones
	X	Y	
1	2	8	48
2	1	6	23
3	9	6	50
4	6	8	65
5	5	2	11
6	3	1	34
7	4	1	38
8	10	4	44

Tabla No. 8 Ejercicio de localización

Para resolver el problema primero debemos ubicar las coordenadas x y y de las instalaciones existentes (máquinas) ya sea en forma de su longitud y latitud o en un plano cartesiano (x,y) , tal como se muestra en la siguiente figura.



PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA EMPLAZAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

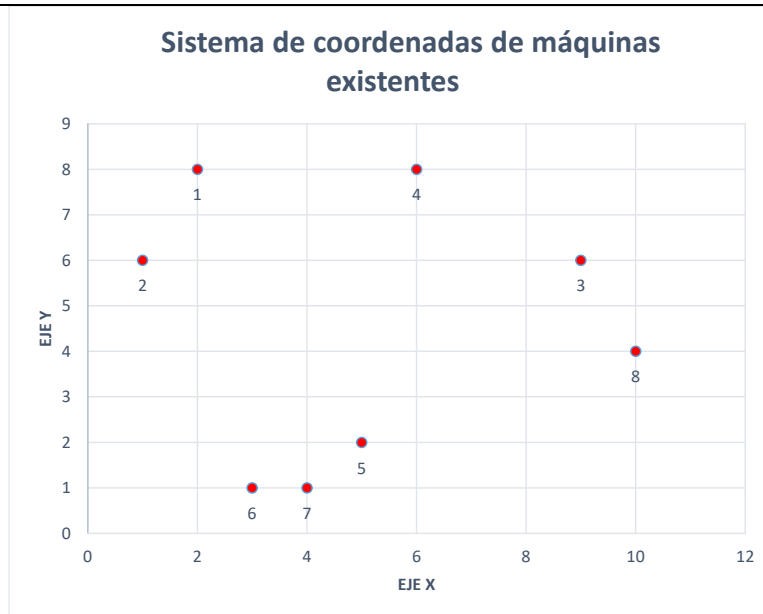


Figura 1. Plano cartesiano

El siguiente paso es aplicar el Método de Centro de Gravedad, inicia ordenando de menor a mayor las coordenadas de x , con sus respectivas ponderaciones. Generando los resultados de la siguiente tabla.

Máquina i	Coordenada x	Ponderación	Acumulado
2	1	23	23
1	2	48	71
6	3	34	105
7	4	38	143
5	5	11	154
4	6	65	219
3	9	50	269
8	10	44	313

Tabla No. 9 Solución del ejercicio para coordenada en x



PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA EMPLAZAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

El paso anterior se repite para las coordenadas en y . Cuyo resultado se muestra a continuación.

Máquina i	Coordenada y	Ponderación	Acumulado
7	1	38	38
6	1	34	72
5	2	11	83
8	4	44	127
3	6	50	177
2	6	23	200
5	8	65	265
1	8	48	313

Tabla No. 10 Solución del ejercicio para coordenada en y

El valor óptimo de cada coordenada resulta de la división del total de la ponderación acumulada entre dos y de la identificación de la primera ubicación en la que el peso acumulado excede ese valor. Para nuestro ejemplo el total de la ponderación acumulada es 313 entre dos el resultado es 156.5. Se determina las coordenadas en x y y de la ubicación de la nueva instalación, comparando cada valor acumulado con el resultado anterior, seleccionando el valor acumulado que lo exceda en primera instancia. Resultando $x = 6$ y $y = 6$ ver en Tablas No. 9 y No. 10.

Una vez revisado el método, proceda a resolver los problemas 1 y 2, empleando el Módulo Facility Location (Localización de instalaciones) del software Win QSB.

Siguiendo las indicaciones que se muestran en el Anexo de SOFTWARE Win QSB MÓDULO FACILITY LOCATION AND LAYOUT para Localización de instalaciones (Facility Location) el cual resuelve el problema anterior mediante el Método descrito.



PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA EMPLAZAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

Problema 1. Se pretende que una estación de bomberos atienda seis zonas de viviendas de un área de una ciudad: ¿Dónde debe ubicarse la nueva estación de bomberos de modo que se minimice la distancia máxima rectilínea de viaje? Las ubicaciones de las zonas habitacionales y el valor total de las casas son las siguientes.

Zona	Coordenadas X	Coordenadas Y	Valor total
A	20	15	50 mil
B	25	25	120 mil
C	13	32	100 mil
D	25	14	250 mil
E	4	21	300 mil
F	18	8	75 mil

Tabla No.11 Datos del problema. Tomado de Tompkins 2006, pp. 647.

Problema 2. Se necesita un nuevo centro de distribución en una zona suburbana. Luego de una extensa investigación, los directivos han delimitado sus opciones a tres opciones. En la tabla siguiente aparecen las ubicaciones existentes de los principales proveedores de dicho centro de distribución, así como el flujo de ellas a la nueva ubicación. Determine la ubicación del nuevo centro de distribución de modo que se minimice la distancia total que deben viajar los proveedores.

Es obvio suponer que el costo de construcción para los tres centros es similar y que las distancias se miden de manera rectilínea.

Proveedores	Coordenada en X	Coordenada en Y	Ponderación
A	20	25	600
B	36	18	400
C	62	37	500
D	50	56	300
E	25	0	200

Tabla No.12 Datos del problema



PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA EMPLAZAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

Lugares posibles para el nuevo centro de distribución.

Lugares posibles	Coordenadas X	Coordenadas Y
1	50	50
2	30	45
3	65	28

Tabla No. 13 Propuestas de ubicación para el nuevo centro de distribución

Problema 3. Resolver el siguiente problema empleando longitudes y latitudes como coordenadas de las instalaciones existentes.

Por estrategia comercial las siguientes empresas de la industria de la confección ubicadas en Pachuca de Soto Hgo, y sus zonas aledañas desean ubicar un almacén que permita distribuir y dar a conocer a un mayor número de clientes sus productos. Para ello requieren ubicar dicho almacén de tal manera que minimice la distancia con dichos centros de fabricación.

Consultar el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) para determinar la ubicación de las empresas en función de sus longitudes y latitudes.

El número de actividad económica SCIAN es (31-33) el cual corresponde a Industrias Manufactureras, seleccionar la clave (315) Fabricación de prendas de vestir, en el menú Tamaño del establecimiento seleccionar "Todos" y en Área geográfica seleccionar "Hidalgo".

- ANN MILLER
- CAMISAS FINAS DE HIDALGO S. A de C. V.
- CANNON MILLS
- CARNIVAL
- CG CASUAL

Los envíos estimados de cada fabrica al nuevo almacén es de 8, 10, 7, 12 y 9 respectivamente.

Resuelva empleando el Método del Centro de Gravedad mediante las siguientes fórmulas.

$$x^* = \frac{\sum_i l_i x_i}{\sum_i l_i} \quad y^* = \frac{\sum_i l_i y_i}{\sum_i l_i}$$

Se sugiere el uso de una hoja de cálculo de Excel para su solución. Donde determine lo siguiente: Las coordenadas del nuevo almacén mediante un gráfico de dispersión finalmente empleando la aplicación de Google Maps identifique la ubicación de las coordenadas y con ello su ubicación real en el mapa.



**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA EMPLAZAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA**

6. Cuestionario.

1. Defina con sus propias palabras el Método del Centro de Gravedad (MCG)
2. En qué casos consideraría el uso del MCG
3. Que datos son necesarios para utilizar el MCG
4. Que desventajas percibe con el uso del MCG para determinar la ubicación de una nueva instalación.
5. Concluya las condiciones que deben existir, así como los casos que se pueden resolver mediante el MCG, partiendo de los datos conocidos.

7. Formato y especificación del reporte de práctica.

- a) **Introducción**
- b) **Objetivo**
- c) **Desarrollo de la actividad práctica**
- d) **Resultados**
- e) **Discusión**
- f) **Cuestionario**
- g) **Bibliografía**

8. Referencias

Krajewski Lee J., R. L. (2013). *Administración de operaciones procesos y cadena de suministro*. México: Pearson.

Platas Garcia Jose Armando, C. V. (2015). *Planeación Diseño y Layout de Instalaciones. Un enfoque por competencias*. México: Patria.

Tompkins James A., W. J. (2006). *Planeación de instalaciones* (3a. ed.). México: Thomson.



PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA EMPLAZAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

ANEXO

GUIA DE USO DEL SOFTWARE Win QSB MÓDULO FACILITY LOCATION AND
LAYOUT para *Balanceo de Línea* (Line Balancing)

Mediante el siguiente ejemplo extraído de: Nahmias (2014); se muestra como se deben introducir los datos al módulo de Facility Location and Layout .

La Southeastern Sports Company produce palos de golf en una línea de ensamble en su planta de Marietta, Georgia. El ensamblaje final de las maderas requiere las ocho operaciones dadas en la siguiente tabla.

TAREAS	TIEMPO REQUERIDO (MIN)	PREDECESORES INMEDIATOS
1. Pulir el vástago	12	-
2. Esmerilar cada extremo del vástago	14	-
3. Pulir el extremo del palo de golf	6	-
4. Grabar el número	4	-
5. Conectar la madera al vástago	6	3
6. Colocar y asegurar el broche de conexión	3	1,2,4
7. Poner pegamento en el otro extremo del vástago	3	5
8. Colocar el mango y balancear	12	6,7

Tabla No. 1 Datos para el balanceo de línea. Fuente Nahmias (2014) p.390.

Antes de continuar es necesario responder las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es el tiempo de ciclo mínimo que puede considerarse para efectuar el balanceo de línea? ¿Por qué ese tiempo?
- Dibuje el diagrama de precedencias del proceso de fabricación de palos de golf.

Con la información anterior se procede al llenado de las plantillas.

Primero se debe seleccionar el tipo de problema a resolver para ello en el software WinQSB se selecciona el Módulo de Diseño y Localización de Plantas (Facility Location and Layout) se elige la opción de Nuevo problema (New Problem) generando una plantilla en la que se introducen las especificaciones del problema. En nuestro caso se



**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA EMPLAZAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA**

trata de un balanceo de línea (Line Balancing). Considere la siguiente información adicional referente al problema:

- a) Con el tiempo de ciclo determinado de 14 minutos, efectúe el balanceo de línea considerando una jornada de 8 horas.
- b) Por experimentación, determine el tiempo de ciclo mínimo que puede alcanzarse con un balance de tres estaciones.

Figura No. 1 Especificaciones del problema. Fuente: Impresión del módulo Facility Location and Layout.

Una vez registrados los datos necesarios en la plantilla pulsar el botón “OK”. Al realizar lo anterior se despliega una tabla que permite introducir los datos particulares del problema. (Ver Figura 2).

Task Number	Task Name	Task Time	Task Isolated	Immediate Successor (task number separated by ,)
1	Pulir el vastago	12	No	6
2	Esmerilar el	14	No	6
3	Pulir el extremo	6	No	5
4	Grabar el número	4	No	6
5	Conectar la	6	No	7
6	Colocar y	3	No	8
7	Poner	3	No	8
8	Colocar el mango	12	No	

Figura No. 2 Datos del problema. Fuente: Impresión del módulo Facility Location and Layout.



PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA EMPLAZAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

Capturados los datos del problema, se selecciona del menú principal la opción resolver el problema (*Solve and Analyze*).

Aparece una ventana (Figura No. 3) que muestra las opciones para la solución del problema de balanceo.

- Métodos de solución:
 - Solución Heurística: En este método de solución se tiene que especificar uno de los 10 heurísticos como método primario y otro para el desempate. Además de especificar números aleatorios semillas si es necesario.
 - Buscar el mejor (Optimizing Best-Bud Search): Método de optimización en el que la búsqueda generalmente encuentra una solución óptima.
 - COMSOAL (Computer Method of Sequencing Operations for Assembly Lines) de Generación Aleatoria: Es necesario especificar el número de diseños de línea a ser generados e introducir la semilla de números aleatorios ya que se genera un número de soluciones de las cuales se elige la mejor.

Posteriormente se introduce el Tiempo de Ciclo, las Unidades Demandadas y el Tiempo Disponible por Jornada de Trabajo (minutos o segundos).

The screenshot shows a dialog box for configuring a heuristic solution method. It includes sections for selecting the solution method, primary heuristic, and tie breaker, along with input fields for cycle time, time length, production quantity, random seed number, and number of random generations.

Figura No. 3. Plantilla para Método heurístico. Fuente: Impresión del módulo Facility Location and Layout.

Y se pulsa el botón “OK” para resolver el problema. Generando la tabla de resultados que se muestra en la Figura No 4. (Show Line Balancing Solution)



PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA EMPLAZAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

06-15-2017 12:30:18	Line Station	Number of Operators	Task Assigned	Task Name	Task Time	Time Unassigned	% Idleness
1	1	1	2	Esmerilar el extremo del vástago	14	0	0.00%
2	2	1	3	Pulir el extremo del palo de golf	6	8	57.14%
3			5	Conectar la madera al vástago	6	2	14.29%
4	3	1	1	Pulir el vástago	12	2	14.29%
5	4	1	4	Grabar el número	4	10	71.43%
6			6	Colocar y asegurar el broche de conexión	3	7	50.00%
7			7	Poner pegamento en el otro extremo del vástago	3	4	28.57%
8	5	1	8	Colocar el mango y balancear	12	2	14.29%
Solved by		Heuristic	Method				

Figura No. 4 Tabla Solución de balanceo de línea. Fuente: Impresión del módulo Facility Location and Layout.

La siguiente figura muestra el resumen del Balanceo de Línea (Show Line Balancing Summary) en el que se visualiza el tiempo de ciclo, el número de estaciones, número de operarios, el tiempo total disponible, tiempo total de tareas, tiempo total de inactividad y el porcentaje de retraso.

06-15-2017	Item	Result
1	Desired Cycle Time in minute	14
2	Number of Line Stations	5
3	Number of Required Operators	5
4	Total Available Time in minute	70
5	Total Task Time in minute	60
6	Total Idle Time in minute	10
7	Balance Delay (%)	14.29%
Optimal Solution has been obtained by		
Primary Heuristic: Ranked Positional Weight Method		
Tie Breaker: Random		

Figura No. 5 Tabla de resumen de balanceo de línea. Fuente: Impresión del módulo Facility Location and Layout.

En la Figura No. 6 se muestra la disposición de las cinco estaciones, así como las tareas que se realizan en cada una de ellas, algunos datos adicionales como son: el tiempo total disponible, tiempo total de las tareas y el porcentaje y tiempo inactivo. (Show Line Layout Solution).

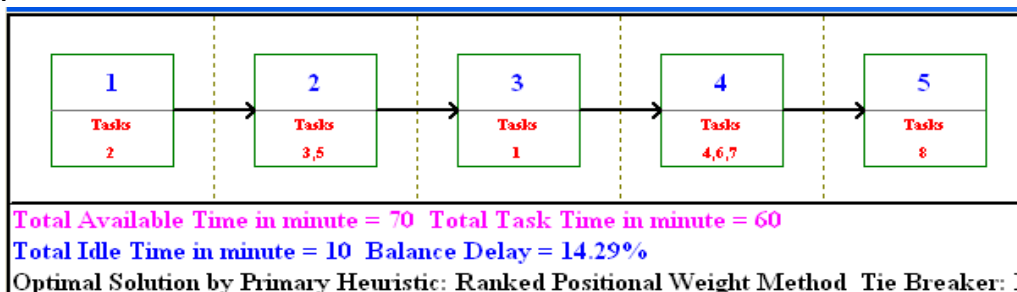


Figura No. 6 Distribución de las estaciones. Fuente: Impresión del módulo Facility Location and Layout.



**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA EMPLAZAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA**

**GUIA DE USO DEL SOFTWARE Win QSB MÓDULO FACILITY LOCATION AND
LAYOUT para Distribución de planta (Functional Layout)**

Para la solución de problemas de distribución de planta el Functional Layout emplea el método heurístico basado en el algoritmo **CRAFT (Computerized Relative Allocation of Facilities Technique)** que busca la mejor redistribución a través de transposiciones sucesivas de sus departamentos, hasta encontrar el menor costo de interrelación entre ellos.

Mediante el siguiente problema se mostrará como introducir los datos del problema en la plantilla, para encontrar su solución.

El gerente de producción desea analizar la funcionalidad de distribución de 5 departamentos. Se cuenta con la información del tamaño de los departamentos (ver Tabla No. 2), las ubicaciones actuales de los departamentos (ver Figura No. 7) y el flujo de material entre pares de departamentos (ver Tabla No. 2).

Departamentos	Área requerida m ² .
1	600
2	600
3	600
4	600
5	600

Tabla No. 2 Requerimiento de áreas por departamento.

Distribución por bloques, de la ubicación actual de los departamentos:

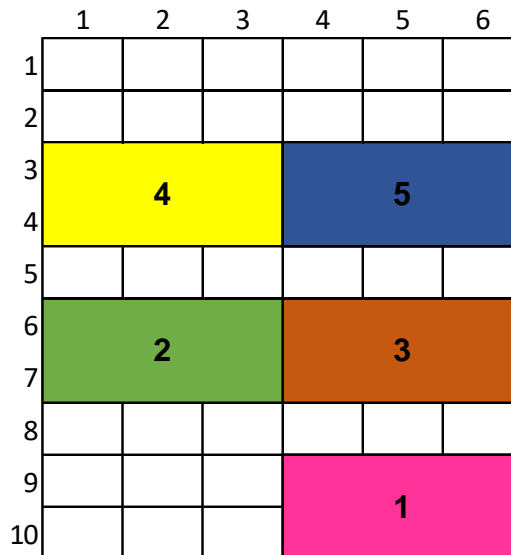


Figura No. 7 Ubicación actual de los departamentos



PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA EMPLAZAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

DESDE DEPARTAMENTOS	HACIA DEPARTAMENTOS				
	1	2	3	4	5
1	---	89	70	66	69
2	28	---	55	34	44
3	25	34	---	24	33
4	40	35	75	---	77
5	32	38	35	35	---

Tabla No. 3 Desde - Hacia de flujo de materiales entre departamentos.

Con la información anterior se procede a resolver. En el menú File seleccione el comando New Problem (Nuevo Problema). Se abrirá la siguiente ventana:

The image shows a 'Problem Specification' dialog box with the following fields and options:

- Problem Type:** Facility Location, **Functional Layout** (selected), Line Balancing
- Objective Criterion:** **Minimization** (selected), Maximization
- Problem Title:** Ejemplo uno
- Number of Functional Departments:** 0
- Number of Rows in Layout Area:** 0
- Number of Columns in Layout Area:** 0
- Buttons: OK, Cancel, Help

Figura No. 8 Especificaciones del problema. Fuente: Impresión del módulo Facility Location and Layout.

La cual se llena de la siguiente manera:

En Problem Type (Tipo de problema) se selecciona Functional Layout por ser un problema de distribución de planta.

Para Objective Criterion (Criterio de la función objetivo) este puede ser de minimización o maximización según las características del problema.

En Problem Title (Titulo del problema) se escribe el Titulo del problema.

En Number of Functional Department (Número de departamentos funcionales) se registra el número de departamentos a distribuir.

Number of Rows in Layout Area (Número de filas en el área de distribución).

Number of Columns in Layout Area (Número de columnas en el área de distribución).



PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA EMPLAZAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

Posteriormente se deben registrar los flujos existentes entre departamentos, los costos de transporte por unidad movida y la ubicación actual o propuesta inicial de los departamentos. Registro que se muestra en la Figura No. 9.

Department Number	Department Name	Location Fixed	To Dep. 1 Flow/Unit Cost	To Dep. 2 Flow/Unit Cost	To Dep. 3 Flow/Unit Cost	To Dep. 4 Flow/Unit Cost	To Dep. 5 Flow/Unit Cost	Initial Layout in Cell Locations [e.g., (3,5), (1,1)-(2,4)]
1	1	No		89	70	66	69	(8,4)-(9,6)
2	2	No	28		55	34	44	(6,1)-(7,3)
3	3	No	25	34		24	33	(6,4)-(7,6)
4	4	No	40	35	75		77	(3,1)-(4,3)
5	5	No	32	38	35	35		(3,4)-(4,6)

Figura No. 9 Tabla de datos del problema. Fuente: Impresión del módulo Facility Location and Layout.

En la que se aprecia a detalle los siguientes puntos:

- El nombre de cada departamento (opcional)
- El flujo existente entre cada departamento
- El costo por unidad de distancia entre departamentos
- La ubicación de cada departamento

Cuando ocurra que algun departamento u área presente una restricción de movimiento, en la columna de Location Fixed (Ubicación fija) se debe escribir “Yes” en caso contrario el programa coloca “No” por defecto.

Para Flow/Unit Cost (Flujo/Costo por unidad) se debe introducir el flujo y el costo por unidad de distancia, si el costo unitario no se introduce se asume el dato como unidades de flujo, como se muestra en la Figura No. 9. Por otra parte suponga que hay 150 unidades que tienen que moverse y se contempla un costo por unidad de distancia de 2.50 es decir “150/2.50”; 60 es el flujo/costo entre dos departamentos, por unidad de distancia.

Para registrar la ubicación de la distribución actual por departamento se emplean los siguientes dos formatos según los datos:

- (1,2) representa la celda: fila 1, columna dos
- (3,4)-(5,5) representa el área rectangular que comprende las filas 3 y 5 y las columnas 4 y 5. Tal formato se ve en la Figura No 9, también vea Figura No. 7.



PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA EMPLAZAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

En el caso de definir ubicaciones se sugiere definir departamentos con forma rectangular en la distribución inicial. Cuando existan plantas cuyos departamentos no tenga una forma rectangular se deben agregar departamentos ficticios con posición fija y flujos igual a cero.

Una vez llena la plantilla anterior ir al menú y seleccionar Solve and Analyze (Resolver y analizar) y luego Solve the problem (Resolver el problema). Lo cual desplegara una ventana como se muestra en la Figura No. 10.

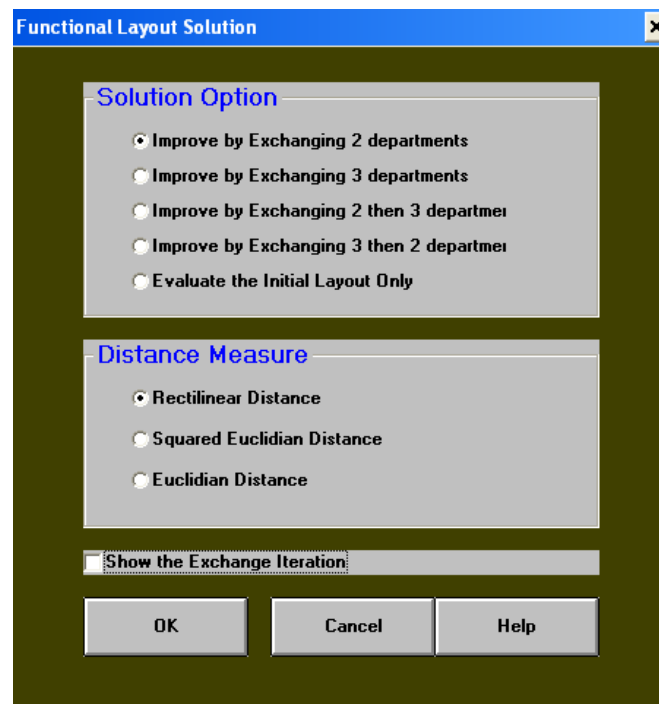


Figura No. 10 Solución del diseño funcional. Fuente: Impresión del módulo Facility Location and Layout.

Las opciones de decisión son:

Improve by Exchanging 2 departments (Transposición de dos departamentos) intercambia dos departamentos a la misma vez.

Improve by Exchanging 3 departments (Transposición de tres departamentos)



PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA EMPLAZAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

Improve by Exchanging 2 then 3 departmer (Transposición de dos departamentos y luego tres)

Improve by Exchanging 3 then 2 departmer (Transposición de tres departamentos y luego dos).

En el caso de evaluar la distribución existente se selecciona la opción Evaluate the Initial Layout Only.

En nuestro ejemplo se selecciona Improve by Exchanging 2 Departamentos como opción de decisión, y en la medida de distancia, se selecciona Rectilinear Distance (Distancia Rectilínea). Si se desea que se muestren las interacciones de intercambio se selecciona la casilla Show the Exchange Iteration. Y finalmente le da click a OK.

A continuación se muestra la solución final (Show Final Layout).

r ^c	1	2	3	4	5	6
1						
2						
3	4	4	4	5	5	5
4	4	4	4	5	5	5
5						
6	3	3	3	1	1	1
7	3	3	3	1	1	1
8				2	2	2
9				2	2	2
Total Cost =3906 (Rectilinear Distance)						

Figura No. 11 Distribución final. Fuente: Impresión del módulo Facility Location and Layout.

También se puede visualizar la disposición inicial. (Show Initial Layout), el Análisis de la distribución (Show Layout Analysis) y las distancias de la distribución (Show Layout Distance). Cómo se observa en las figuras siguientes.



PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA EMPLAZAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

01-15-2018 13:48:22	Department Name	Center Row	Center Column	Flow To All Departments	Cost To All Departments
1	1	6.50	5	294	991
2	2	8.50	5	161	823
3	3	6.50	2	116	515
4	4	3.50	2	227	976
5	5	3.50	5	140	601
	Total			938	3906
	Distance	Measure:	Rectilinear		

Figura No. 12 Análisis de la distribución. Fuente: Impresión del módulo Facility Location and Layout.

01-15-2018 13:48:47	To 1	To 2	To 3	To 4	To 5	Sub Total
From 1	0	2	3	6	3	14
From 2	2	0	5	8	5	20
From 3	3	5	0	3	6	17
From 4	6	8	3	0	3	20
From 5	3	5	6	3	0	17
Sub-Total	14	20	17	20	17	88

Figura No. 13 Distancias de la distribución. Fuente: Impresión del módulo Facility Location and Layout.



PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA EMPLAZAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

**GUIA DE USO DEL SOFTWARE Win QSB MÓDULO FACILITY LOCATION AND
LAYOUT para Localización de instalaciones (Facility Location)**

Considere el problema expuesto en la práctica No. 6 del Método del Centro de gravedad el cual aborda el problema de ubicación de una nueva máquina, cuyos datos se muestran en la siguiente tabla.

Máquinas	Ubicación		Ponderaciones
	X	Y	
1	2	8	48
2	1	6	23
3	9	6	50
4	6	8	65
5	5	2	11
6	3	1	34
7	4	1	38
8	10	4	44

Tabla No. 4 Coordenadas y ponderaciones del problema de ubicación de una nueva máquina

Primero se debe seleccionar el tipo de problema a resolver en este caso del Módulo Facility Location and Layout se selecciona la opción Facility Location (Localización de instalaciones). Se llenan los campos correspondientes como se muestra en la siguiente figura.

Problem Specification

Problem Type

- Facility Location
- Functional Layout
- Line Balancing

Objective Criterion

- Minimization
- Maximization

Problem Title: Ubicación Máquina Nueva

Number of Existing Facilities: 8

Number of Planned New Facilities: 1

Number of Coordinate Dimensions (2/3): 2

OK Cancel Help

Figura No. 14 Especificaciones del problema de ubicación de una nueva máquina. Fuente Impresión de pantalla del módulo Facility Location and Layout



**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA EMPLAZAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA**

En Problem Title (Título del problema) Se anota el nombre del problema que se está resolviendo.

En Number of Existing Facilities (Número de instalaciones existentes) en nuestro problema es igual a 8 por ser el número de ubicaciones de máquinas existentes.

En Number of Planned New Facilities. (Numero planeado de locaciones nuevas) es una nueva máquina o una nueva ubicación.

En Number of Coordinate Dimensions (2/3). (Número de coordenadas) en este caso son dos en (x,y).

En Objective Criterion (Función objetivo) Para nuestro problema se selecciona minimizar, ya que buscamos se ubique la nueva máquina cerca de nuestras máquinas existentes.

Por ultimo dar clic en OK. Y se genera una matriz Localidades, Flujo/Costo Unitario y coordenadas. Ver Figura No. 15.

Facility Number	Facility Name	To Existing 1 Flow/Unit Cost	To Existing 2 Flow/Unit Cost	To Existing 3 Flow/Unit Cost	To Existing 4 Flow/Unit Cost	To Existing 5 Flow/Unit Cost	To Existing 6 Flow/Unit Cost	To Existing 7 Flow/Unit Cost	To Existing 8 Flow/Unit Cost	To New 1 Flow/Unit Cost	Location X Axis	Location Y Axis
Existing 1	Máquina 1										2	8
Existing 2	Máquina 2										1	6
Existing 3	Máquina 3										9	6
Existing 4	Máquina 4										6	8
Existing 5	Máquina 5										5	2
Existing 6	Máquina 6										3	1
Existing 7	Máquina 7										4	1
Existing 8	Máquina 8										10	4
New 1	Nueva	48	23	50	65	11	34	38	44			

Figura No. 15 Matriz con el flujo y coordenadas del problema de ubicación de una nueva máquina. Fuente: Impresión del módulo Facility Location and Layout.

En la primera columna se muestra la condición de cada locación: Existente o Nueva. En la columna Facility Name, se registra el nombre de las localidades. En las siguientes columnas se introduce el costo unitario de cada una de las locaciones hacia otra locación. Para nuestro problema el costo por distancia unitaria es igual entre la máquina nueva y cada máquina existente y es igual a uno. En las dos últimas columnas se registran las coordenadas tanto en x como en y de cada una de las locaciones. Y finalmente solo se registran los flujos de cada máquina existente a la nueva máquina.



PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA EMPLAZAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA



Para resolver el problema se selecciona del menú Solve and Analyze (resolver y analizar) la opción Solve the Problem (Resolver el problema). Ver Figura 16.

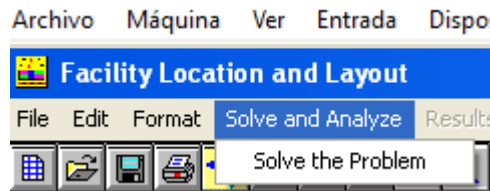


Figura No. 16 Menú Solve and Analyze. Fuente: Impresión de pantalla del módulo Facility Location and Layout.

Generandoce una nueva ventana que lleva por título Facility Location Solution.

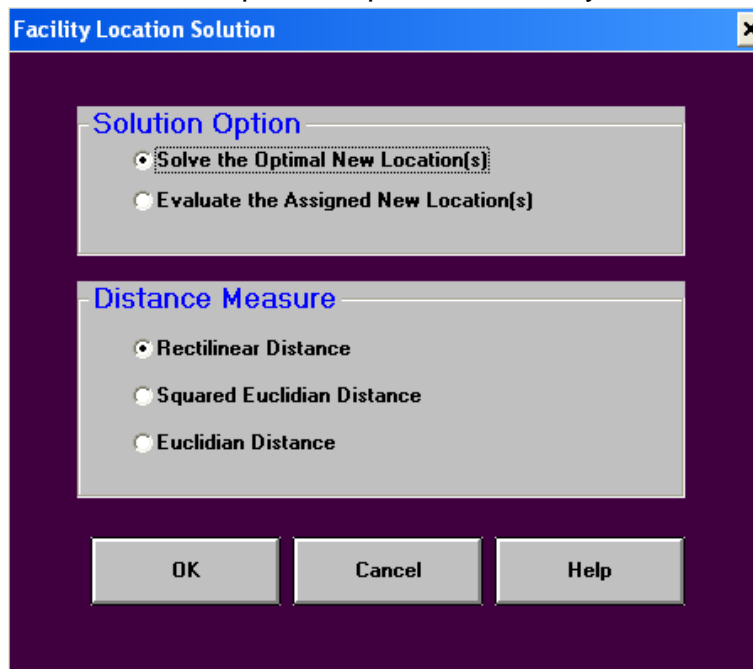


Figura No. 17 Criterios de solución para el problema de localización de una nueva planta. Fuente: Impresión de pantalla del módulo Facility Location and Layout.

En Solution Option (Opción de solución) se puede seleccionar entre dos opciones del problema:

- Obtener la solución óptima del problema (Solve the Optimal New Location(s))



**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA EMPLAZAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA**

- O evaluar la asignación de la nueva locación (Evaluate the Assigned New Location(s))

Y el criterio para medir las distancias, el cual puede ser:

- Distancia rectilínea (Rectilinear Distance)
- Distancia Euclídeana Cuadrada (Squared Euclidian Distance)
- Distancia euclídina (euclidian Distance)

Para nuestro caso en particular seleccionamos: Obtener la solución óptima del problema (Solve the Optimal New Location(s)) y una distancia rectilínea (Rectilinear Distance). Damos clic en Ok, y se genera la siguiente tabla con el resultado de la solución del problema.

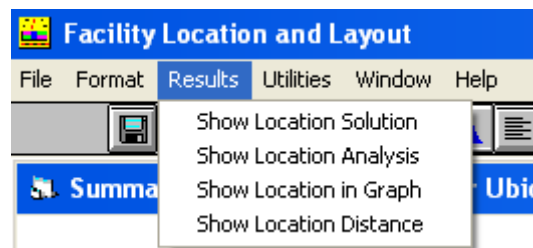
12-13-2018	New Facility	X Axis	Y Axis
1	Nueva	6	6
Total	Flow to&from	New Location	= 313
Total	Cost to&from	New Location	= 1540
(by	Rectilinear	Distance)	

Figura No. 18 Tabla de resultado del problema de ubicación de una nueva máquina.

Fuente: Impresión de pantalla del módulo Facility Location and Layout

La tabla anterior muestra las coordenadas en x y y para la nueva máquina a instalar. El flujo que maneja esa nueva instalación, así como el costo del flujo de la nueva máquina a las demás máquinas existentes.

El menú resultados (Results), proporciona varias opciones que permiten analizar el resultado generado. Los cuales se muestran en la figura siguiente.



La figura No. 18 muestra la opción Show Location Solution. (Mostrar la solución de la localización).



PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA EMPLAZAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

Si se elige la opción de mostrar el análisis de la ubicación (Show Location Analysis) se genera una tabla que muestra la siguiente información.

12-13-2018 22:14:49	Facility Name	X Axis	Y Axis	Flow To All Facilities	Cost To All Facilities
1	Máquina 1	2	8	0	0
2	Máquina 2	1	6	0	0
3	Máquina 3	9	6	0	0
4	Máquina 4	6	8	0	0
5	Máquina 5	5	2	0	0
6	Máquina 6	3	1	0	0
7	Máquina 7	4	1	0	0
8	Máquina 8	10	4	0	0
9	Nueva	6	6	313	1540
	Total			313	1540
	Distance	Measure:	Rectilinear		

Figura No. 19 Análisis de la localización del problema de ubicación de una nueva máquina. Fuente: Impresión de pantalla del módulo Facility Location and Layout

En la Figura anterior se muestran las coordenadas de cada una de las máquinas existentes, la relación de flujo entre cada máquina y las máquinas existentes. El flujo total de todas las máquinas con la nueva instalación y el costo de todas las locaciones, así como la distancia seleccionada para su solución.

Al seleccionar la opción mostrar el gráfico de la ubicación (Show Location Graph), se genera una gráfica que muestra las coordenadas donde se localizan las máquinas existentes y la ubicación de la nueva máquina, cuyas coordenadas son $X=6$ y $Y=6$.



**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA EMPLAZAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA**

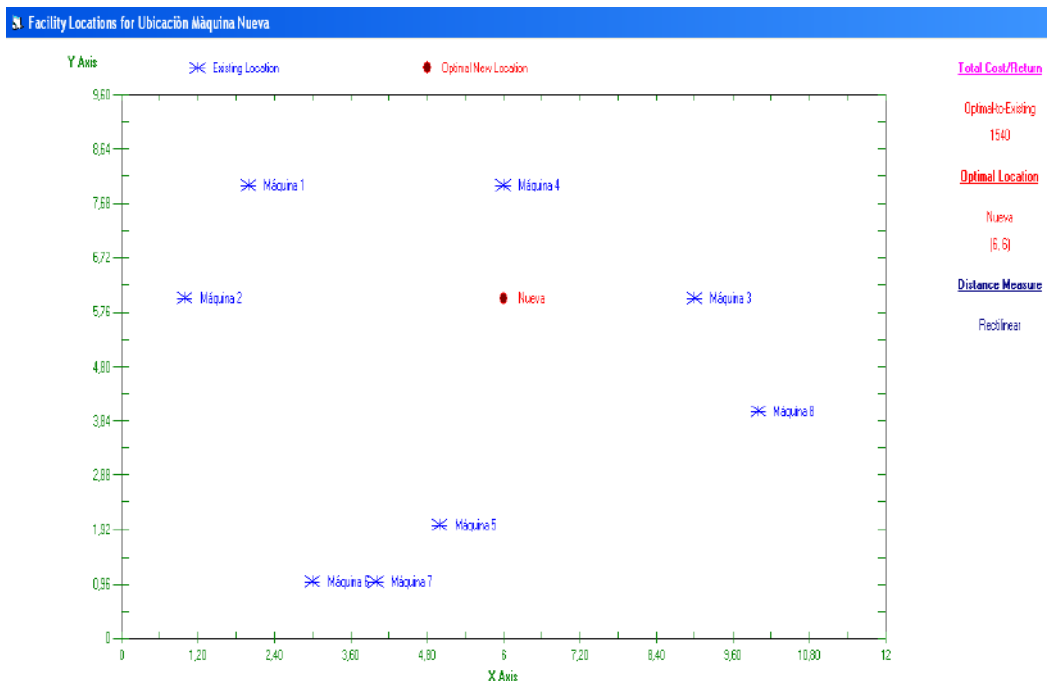


Figura No. 20 Análisis gráfico del problema de localización de una nueva máquina.
Fuente: Impresión de pantalla del módulo Facility Location and Layout

Finalmente si se desea evaluar la distancia de cada máquina con respecto a las demás se selecciona la opción mostrar la distancia de la ubicación (Show Location Distance). Ver figura 21.

12-13-2018 22:33:50	To Máquina 1	To Máquina 2	To Máquina 3	To Máquina 4	To Máquina 5	To Máquina 6	To Máquina 7	To Máquina 8	To Nueva	Sub Total
From Máquina 1	0	3	9	4	9	8	9	12	6	60
From Máquina 2	3	0	8	7	8	7	8	11	5	57
From Máquina 3	9	8	0	5	8	11	10	3	3	57
From Máquina 4	4	7	5	0	7	10	9	8	2	52
From Máquina 5	9	8	8	7	0	3	2	7	5	49
From Máquina 6	8	7	11	10	3	0	1	10	8	58
From Máquina 7	9	8	10	9	2	1	0	9	7	55
From Máquina 8	12	11	3	8	7	10	9	0	6	66
From Nueva	6	5	3	2	5	8	7	6	0	42
Sub-Total	60	57	57	52	49	58	55	66	42	496

Figura No. 21 Análisis gráfico del problema de localización de una nueva máquina.
Fuente: Impresión de pantalla del módulo Facility Location and Layout