

UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA
SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

Tesis previa a la obtención del Título de:
Ingeniero Industrial

TEMA:

**“DISEÑO DE UN LABORATORIO PARA EL
DESARROLLO DE PRACTICAS EN LAS
ASIGNATURAS DE FORMACION
PROFESIONAL PARA LA CARRERA DE
INGENIERIA INDUSTRIAL DE LA
UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA
SEDE CUENCA.”**

AUTORES: Diego Paúl Mosquera Baca
Essaú Josué Sacoto Romo

DIRECTOR: Ing. Román Idrovo

Cuenca - Ecuador
OCTUBRE-2012

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente proyecto fue desarrollado por los señores Diego Paúl Mosquera Baca y Essaú Josué Sacoto Romo, bajo mi supervisión.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Ing. Román Idrovo', is written over a horizontal line. The signature is stylized with loops and flourishes.

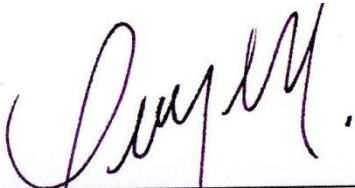
Ing. Román Idrovo

DIRECTOR DEL PROYECTO

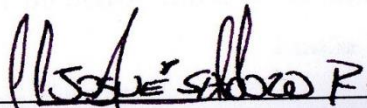
DECLARACION

Los conceptos desarrollados, análisis realizados y las conclusiones del presente trabajo, son de exclusiva responsabilidad de los autores y autorizo a la Universidad Politécnica Salesiana el uso de la misma con fines académicos.

Cuenca, Octubre de 2012



Diego Paúl Mosquera Baca



Essaú Josué Sacoto Romo

DEDICATORIA

Para mi mayor razón de ser alguien mejor

Emilia Alejandra

Tu padre que te ama

AGRADECIMIENTO

Lo que fui lo que soy y seré le agradezco a Jesús, deo todo en tus manos Señor, gracias por darme unos padres maravillosos Cesítar y Leito que sin su insistencia nada de esto y de lo que vendrá hubiera sido posible, a mi esposa, empezamos un nuevo camino, lleno de obstáculos y alegrías, penas, pero juntos, a mis hermanos, grandes amigos, como pocos, desde que tengo uso de razón, al Ingeniero Román Idrovo por su paciencia y ayuda para la realización de este proyecto

DEDICATORIA

Este Trabajo de Tesis se lo dedico a mis padres que han estado a mi lado guiándome incondicionalmente.

AGRADECIMIENTO

Les agradezco a Dios y a la Virgen de Guadalupe que han sido a quienes me he encomendado en mi vida y en mis estudios, a mis Padres Byron Sacoto y Yolanda Romo, y a mi Hermano Juan Fernando que sin sus consejos y apoyo no sería quien soy en este momento. Además le doy las gracias al Ing. Román Idrovo que con su conocimiento y apoyo me ha permitido culminar este trabajo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCION.....	XIV
CAPITULO I: Situación Problema.....	1
1.1 OBJETIVOS DE LA INGENIERIA INDUSTRIAL.....	2
1.2 NECESIDAD DE UN LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL PARA EL DESARROLLO DE PRACTICAS.....	3
1.3PENSUM ACADÉMICO.....	5
1.3.1 Pensum actual.....	6
1.3.2 Asignaturas de Prácticas.....	8
1.3.2.1 Dibujo.....	9
1.3.2.1.1 Descripción de la asignatura.....	9
1.3.2.1.2 Objetivos.....	10
1.3.2.1.3 Contenidos.....	10
1.3.2.2 Ingeniería de Métodos.....	13
1.3.2.2.1 Descripción de la asignatura.....	13
1.3.2.2.2 Objetivos.....	13
1.3.2.2.3 Contenidos.....	14
1.3.2.3 Investigación Operativa.....	16
1.3.2.3.1 Descripción de la asignatura.....	16
1.3.2.3.2 Objetivos.....	16
1.3.2.3.3Contenidos.....	17
1.3.2.4 Producción I.....	19
1.3.2.4.1 Descripción de la Asignatura.....	19
1.3.2.4.2 Objetivos.....	20
1.3.2.4.3 Contenidos.....	20
1.3.2.5 Producción II.....	22
1.3.2.5.1 Descripción de la Asignatura.....	22
1.3.2.5.2 Objetivos.....	22
1.3.2.5.3 Contenidos.....	23
1.3.2.6 Seguridad e Higiene Industrial.....	25
1.3.2.6.1 Descripción de la Asignatura.....	25

1.3.2.6.2	Objetivos.....	25
1.3.2.6.3	Contenidos.....	26
1.3.2.7	Gestión de Calidad.....	29
1.3.2.7.1	Descripción de la asignatura.....	29
1.3.2.7.2	Objetivos.....	29
1.3.2.7.3	Contenidos.....	30
1.3.2.8	Supervisión Industrial.....	32
1.3.2.8.1	Descripción de la asignatura.....	32
1.3.2.8.2	Objetivos.....	32
1.3.2.8.3	Contenidos.....	32
1.3.2.9	Simulación de Procesos.....	33
1.3.2.9.1	Descripción de la asignatura.....	33
1.3.2.9.2	Objetivos.....	34
1.3.2.9.3	Contenidos.....	34
1.3.2.10	Logística.....	35
1.3.2.10.1	Descripción de la asignatura.....	35
1.3.2.10.2	Objetivos.....	35
1.3.2.10.3	Contenidos.....	36
1.4	OBJETIVOS.....	38
1.4.1	Objetivo General.....	38
1.4.2	Objetivos Específicos.....	39
1.5	ENCUESTAS A LOS ESTUDIANTES EGRESADOS Y GRADUADOS.....	39
1.5.1	Objetivo de la encuesta.....	39
1.5.2	Población Objetivo.....	39
1.5.3	Encuesta.....	39
1.5.4	Tabulación de datos.....	42
1.5.5	Conclusiones.....	49

CAPITULO II: Revisión del Estado del Arte del Laboratorio de Ingeniería Industrial.....51

2.1	¿QUE ES EL ESTADO DEL ARTE?.....	52
2.2	HISTORIA Y EVOLUCIÓN DE LA INGENIERÍA.....	54
2.2.1	Historia de la Ingeniería Industrial.....	54
2.2.2	La revolución Industrial.....	54
2.2.2.1	La primera Revolución Industrial.....	54

2.2.2.1.1 Antiguo Sistema.....	54
2.2.2.1.2 La Revolución Agrícola.....	55
2.2.2.1.3 la Revolución Demográfica.....	56
2.2.2.1.4 El crecimiento de los medios financieros.....	56
2.2.2.1.5 La revolución de los Transportes.....	56
2.2.2.1.6 Disponibilidad de fuentes de energía y materias primas.....	57
2.2.2.1.7 La mecanización de la Industria.....	58
2.2.2.1.8 Consecuencias de la revolución Industrial.....	59
2.2.2.2 La segunda Revolución Industrial.....	61
2.2.2.2.1 Las nuevas fuentes de energía el petróleo y la electricidad.....	61
2.2.2.2.2 La nueva industria de Hierro y Química.....	62
2.2.2.2.3 El desarrollo de los transportes.....	62
2.2.2.2.4 El auge del Capitalismo.....	62
2.3 NACIMIENTO DE LA INGENIERÍA INDUSTRIAL.....	63
2.4 LA INGENIERÍA INDUSTRIAL MODERNA.....	71
2.5 DISEÑO, OPERACIÓN Y CONTROL DE SISTEMAS PRODUCTIVOS.....	74
2.5.1 Como se organiza un Sistema Productivo.....	74
2.5.2 Actividad Productiva.....	74
2.5.3 Función de producción.....	75
2.5.4 Factores de Producción.....	75
2.6 FUTURO DE LA INGENIERÍA INDUSTRIAL.....	76
2.6.1 Que es la empresa Fabril.....	76
2.6.2 La empresa Fabril Sustentable.....	77
2.7 EL INGENIERO INDUSTRIAL A MEDIANO PLAZO.....	79
2.8 EL INGENIERO INDUSTRIAL Y EL MEDIO AMBIENTE.....	81
2.8.1 Contaminación atmosférica.....	82
2.8.2 Actividades productivas y servicios.....	84
2.9 EL IMPACTO DEL INGENIERO INDUSTRIAL EN LA SOCIEDAD ECUATORIANA.....	84
2.10 UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA.....	86
2.10.1 Solicitud de Fundación de la Universidad Católica de Cuenca.....	86
2.10.2 Decreto de Creación.....	88
2.10.3 Creación de la primera escuela de Ingeniería Industrial.....	89
2.10.4 Perfil del Ingeniero Industrial según la Universidad Católica de Cuenca.....	89

2.11 RESEÑA HISTÓRICA DE LA UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA.....	89
2.11.1 Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Politécnica Salesiana.....	90
2.11.2 Perfil del Ingeniero Industrial según la Universidad Politécnica Salesiana.....	91
2.12 CAMPO OCUPACIONAL Y LABORAL.....	92
CAPITULO III: ELABORACION DE LAS GUIAS PRÁCTICAS PARA EL LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL.....	93
3.1 METODOLOGÍA DE LA EDUCACIÓN.....	94
3.2 METODOS DE ESTUDIO.....	94
3.3 MISION Y VISION DE LA ENSEÑANZA DE LA UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA.....	96
3.4 COMOPONENTES DE LA GUIA DE PRACTICA.....	97
3.4.1 Objetivo General.....	97
3.4.2 Método.....	97
3.4.3 Equipos y materiales.....	97
3.4.4 Marco Teórico.....	97
3.4.5 Desarrollo o Procedimiento.....	97
3.4.6 Cálculos y Resultados.....	97
3.4.7 Actividades del Alumno.....	98
3.4.8 Conclusiones.....	98
3.4.9 Cuestionario.....	98
3.4.10 Formato de presentación de informes.....	98

3.4.11 Estructura del esquema de prácticas.....	99
3.5 ERGONOMIA Y DISEÑO DE LUGAR DE TRABAJO.....	100
3.5.1 Antropometría.....	100
3.5.2 Iluminación.....	129
3.5.3 Ruido.....	148
3.5.4 Temperatura y humedad.....	173
3.6 INGENIERIA DE METODOS Y PRODUCCION.....	188
3.6.1 Producción en línea para inventario Flow Shop con MTS....	190
3.6.2 Producción intermitente de productos bajo pedido JOB-SHOP	
MTO.....	211
3.6.3 Programa maestro de producción planeación de requerimientos	
de materiales (MPS , MRP).....	229
3.6.4 Programa maestro de producción en un ambiente de producción	
por lotes MPSFOQ.....	243
3.6.5 Producción tipo jalar con tarjetas de producción y	
Contenedores.....	258
3.6.6 Justo a tiempo, JAT, con tarjetas de producción y	
Movimiento.....	273
3.6.7 Sistema Híbrido empujar jalar CONWIP.....	289
3.7 LOGISTICA.....	300
3.7.1 Inventarios.....	300
3.7.2 Distribución en planta.....	313

CAPITULO IV: DISTRIBUCION EN LABORATORIO.....	325
4.1 DISTRIBUCION DEL LABORATORIO.....	326
4.1.1 Distribución en puestos de trabajo.....	326
4.1.2 Esquema de la distribución en planta del laboratorio.....	327
4.1.3 Distribución de puestos de trabajo.....	328
4.1.4 Puestos de Trabajo.....	329
4.1.5 Plano eléctrico.....	330
4.1.6 Simbología.....	331
CAPITULO V: COSTOS.....	332
5.1 ADECUACIONES AL AULA.....	333
5.2 INSTALACIONES ELECTRICAS.....	333
5.3 OTROS ACTIVOS.....	334
5.4 MAQUINARIA Y EQUIPO PRINCIPAL.....	334
5.5 COSTO TOTAL.....	335
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	336
BIBLIOGRAFIA.....	338

INTRODUCCION

Todas nuestras tradiciones, lenguaje, comunicación, inclusive nuestra forma de preparar comida ha sido pasado de generación en generación desde el inicio de los tiempos hasta lo que vendrá, es el resultado de un constante aprendizaje e investigación, esta transición de información se ha dado por varios tipos de enseñanza ya sea teórica o práctica, a modo de ver de varias personas el aprendizaje teórico es más importante que el aprendizaje práctico pero ¿qué sería de un neurocirujano si supiera todos los libros sobre medicina en todos los idiomas pero si ni siquiera ha realizado una sola cirugía?, ¿Qué sería de un Ingeniero Industrial si sabe exactamente como hay que hacer una toma de tiempos y movimientos si solo lo ha hecho en un cuaderno de apuntes? Los dos tipos de enseñanza van de la mano no se puede aventurar a realizar algún proceso técnico sin tener bases sustentables teóricas. No se puede dejar al azar el desenvolvimiento de lo aprendido en clases.

La carrera de Ingeniería Industrial desde sus inicios en la Universidad Politécnica Salesiana ha tenido muy claro su pensum académico, en el primer capítulo se hace una reseña del mismo considerando los objetivos, tanto específicos como generales, en el mismo capítulo se hace una investigación estadística previamente validada de estudiantes, egresados y profesionales de la carrera de Ingeniería Industrial.

Para poder saber lo que queremos en este trabajo de tesis, debemos saber lo que ha sido anteriormente la Ingeniería Industrial que tuvo sus inicios desde la primera Revolución Industrial es por ello que en el segundo capítulo se estudia el Estado del Arte de la Ingeniería Industrial, pasando por los considerados maestros de la Ingeniería Industrial tales como Henry Ford y su cadena de montaje, Harrington Emerson que fue uno de los que mayormente apoyaba al trabajador, Henri Fayol y sus seis funciones básicas de la empresa y no podíamos dejar a un lado para quién algunos es el padre de la Ingeniería Industrial Frederick Taylor quien ideó la organización científica del trabajo y muchos otros que han colaborado para crear, tal vez sin saberlo, la moderna Ingeniería Industrial.

Las prácticas propuestas en el tercer capítulo fueron desarrolladas teóricamente pero basadas en años de prácticas es por eso que estamos convencidos que las mismas se pueden adaptar a cualquier laboratorio de prácticas, se propone que con cosas básicas y sin mucho costo se pueda realizar las mismas y poder realizar mejor el aprendizaje.

Para poder realizar las prácticas propuestas hay que hacerlas no en cualquier ambiente si no en un ambiente propio a las mismas, no podemos estar en un aula general si no netamente en una dirigida a la carrera, se hace una nota de los costos para que, en un futuro, se pueda adecuar en cualquier momento, cabe mencionar que hay que considerar el costo ya que lo más seguro es que haya una variación de precio por factores externos como inflación, demanda etc.

Hemos tenido la oportunidad de sentir la falta de las prácticas, el nivel académico teórico de la carrera de Ingeniería Industrial es muy elevado pero se ha descuidado un poco las prácticas, estamos convencidos que con este manual de prácticas se puede llegar a un mejor aprendizaje

"Si vea olvido, si oiga recuerdo y si hago aprendo"

Confucio 551-479 A.C

CAPÍTULO I

SITUACION PROBLEMA

1.1 OBJETIVOS DE LA INGENIERÍA INDUSTRIAL.

La Ingeniería Industrial es la rama de la profesión de ingeniería que diseña, controla, opera y dirige las organizaciones y sistemas productivos. Originalmente, el Ingeniero Industrial trabajaba en la industria manufacturera y le concernían la eficiencia operativa y el control de los trabajadores. Hoy día, la ingeniería industrial puede ser hallada no sólo en la producción sino en todos los tipos de industria, manufacturera, de distribución, de transporte, comercio, de servicios, y además en todas las clases de organizaciones, administrativas, gubernamentales o institucionales.¹

La ingeniería industrial es el arte de hacer las cosas, organiza, evalúa y busca las mejores formas de hacer las cosas.

La Ingeniería Industrial constituye una disciplina de múltiples áreas, las cuales representan posibilidades de especialización y desempeño para los profesionales de la misma. Las grandes corporaciones y empresas del Estado, las empresas del sector productivo, privado, las zonas francas industriales y los sectores comercial y financiero constituyen la plataforma natural de trabajo para los profesionales de esta carrera.

En la revolución industrial el gran cambio vino en el concepto de autoridad, debido a que el jefe no era el que más sabía y ni siquiera el dueño de los medios de producción. Además los trabajadores, eran grandes masas que provenían del campo sin ninguna relación entre ellos. Esto trajo como consecuencia que las empresas del siglo XIX, tuvieran problemas y además el sistema social no garantizaba el debido orden con lo que la producción sufría y los resultados eran pobres. Muchas personas han dado grandes aportes como Henry Ford quien fue el iniciador de la llamada línea de montaje, la cual se basaba en que el operario no se moviera sino que se moviera la materia prima con él a fin de evitar que el trabajador perdiera tiempo yendo a buscar los materiales.

Planteó los siguientes principios:

- **Intensidad:** Establece que la producción debe hacerse en el menor tiempo posible.
- **Economicidad:** Establece que se deben usar los recursos más económicos que estén disponibles.
- **Productividad:** Establece que los recursos deben dar lo más que se pueda.

Para mantenerse a la cabeza de la demanda de ventas de vehículos, Ford inicio la producción en masa en su fábrica, él se había dado cuenta en la práctica que si cada

¹ <http://www.buenastareas.com/ensayos/Analisis-Foda-De-Ingenieria-Industrial/1417031.html>

obrero permanecía en un lugar con una tarea el automóvil tomaría forma más rápidamente conforme avanza en la línea, ahorrando incontables horas-hombre, esta técnica inmediatamente hizo que el ensamble fuera casi ocho veces más rápido.

Si nos damos cuenta toda esta revolución que hizo Henry Ford fue desarrollada en el “campo de batalla”, es un ejemplo de la importancia de hacer prácticas, y ayuda mucho más el tener una guía para no estar improvisando, prácticas que de seguro van a aumentar nuestro conocimiento y desarrollar mejor nuestro aprendizaje.

La falta de un laboratorio para realizar prácticas de Ingeniería Industrial repercute directamente en la educación y preparación de los alumnos ya que en el mundo real y no en las aulas se empieza a notar vacíos que quedaron durante el transcurso de los años estudiantiles. La práctica como bien los sabemos es parte primordial del aprendizaje en cualquier área y más aún en materias tan importantes que son las de especialización.

1.2 NECESIDAD DE UN LABORATORIO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL PARA EL DESARROLLO DE PRÁCTICAS

Miremos a nuestro alrededor. Los bienes y servicios de los que nos beneficiamos y disfrutamos, desde el más pequeño alfiler pasando por un torno industrial hasta un tráiler, son en realidad productos acabados procedentes de varias actividades industriales. Son el resultado de trabajo y esfuerzo de mucha gente directa e indirectamente. La producción de cada uno de ellos requirió la utilización de recursos humanos, financieros, y materias primas para obtener estos resultados. Después, la distribución de estos productos a lugares donde pudieran ser utilizados requirió de la colaboración de más gente y dinero, y un aspecto importante que tienen todos estos procesos es gastar lo menos posible en menor tiempo para conseguir mejores resultados. Es en este punto donde se ve la necesidad de tener a talento humano capaz de diagnosticar, diseñar, mejorar e implementar los sistemas integrados por hombres, materiales, máquinas, manejar información y tecnologías dedicadas a la producción de bienes y o servicios protegiendo al medio ambiente aquí es donde el Ingeniero Industrial se hace presente para afrontar todos los retos que la industria amerita.²

La Comunidad Salesiana desde siempre ha tenido gran relación con el desarrollo industrial estando siempre a la vanguardia en tecnología siendo una de las primeras instituciones en tener máquinas industriales gracias a la autogestión y apoyo de personas comprometidas con la obra Salesiana.

La Universidad siendo parte de esta gran comunidad tiene la responsabilidad y

²<http://www.buenastareas.com/ensayos/Ing-Industrial/3755373.html>

el compromiso de aportar al desarrollo de la industria ecuatoriana y local actual, para la cual se hizo evidente la necesidad de una carrera que llene todos estos vacíos y necesidades para que llene los requerimientos de las pequeñas, medianas y grandes empresas del país, llegando a la conclusión, después de varios estudios, que la carrera de Ingeniería Industrial debía ser una ayuda a nuestro medio y por esa razón había que ofertarla.

Tomando en cuenta todas las necesidades del medio actual, y el compromiso de los Salesianos el siguiente paso fue crear un perfil acorde a nuestro medio tomando en cuenta otros perfiles internacionales que podrían coincidir en algunos puntos con la idea propuesta llegando a crear el perfil del Ingeniero Industrial según la Universidad Politécnica Salesiana

El Ingeniero Industrial es una profesional que estará en capacidad de posicionarse en mandos medios de Empresas Industriales, asumiendo responsabilidades para la administración de recursos tecnológicos, maquinaria, equipos, instalaciones; responsabilidades de supervisión industrial, con capacidad de dirigir, coordinar y liderar de manera efectiva el trabajo en equipo de los recursos humanos asignados a la producción; capaz de preparar la programación de la producción y monitorear su efectivo cumplimiento, prestar una asistencia sólida a la línea más alta de responsabilidad de la organización industrial.⁴

Teniendo en el mundo laboral un área de desempeño en el cual los Ingenieros Industriales podrán desempeñarse en empresas industriales, comerciales y de servicios, ya que sus conocimientos en las áreas administrativas, ingenieriles y de mejora de procesos le acreditan para ello

En las empresas de Producción tendrán la capacidad de administrar y mejorar la producción, así como también controlar la calidad, siendo pilares fundamentales en las áreas de manufactura y operaciones.

En las Empresas de Servicio serán capaces de medir y optimizar las etapas de la cadena del servicio, eliminando desperdicios y generando mayor beneficio para los clientes. En el Sector Comercial podrá contribuir mediante la optimización de las áreas logísticas y de bodegas como fuente de ventaja competitiva en bajos costos y mejores servicios.³

³ <http://estudios.universia.net/ecuador/estudio/ups-ingenieria-industrial>

⁴ <http://es.scribd.com/doc/16553562/CARRERAS-Universitarias-imprimir>

1.3 PENSUM ACADÉMICO

Como decíamos anteriormente la tecnología avanza a medida que el pensamiento y el conocimiento humano evolucionan, si el ser humano no crece en lo anteriormente señalado este se estanca, es por esto que la malla curricular ha tenido que cambiar desde los inicio de la carrera de Ingeniería Industrial.

La Universidad Politécnica Salesiana basa su existencia en el Instituto Tecnológico Salesiano, quien formó desde 1979 profesionales Tecnólogos en las Especialidades de Mecánica Industrial, Matricería, Automotriz, Electricidad y Electrónica, hasta la creación de la Universidad en 1994, desde entonces ha orientado su oferta académica hacia la investigación y la docencia.

Los profesionales que egresan de la Universidad Politécnica Salesiana son capaces de responder a las exigencias técnico-científicas, otros profesionales optan por la creación de sus propias empresas o negocios, generando fuentes de empleo y contribuyendo, en algunos casos, significativamente al desarrollo de la región y del País.

El desarrollo como país en los últimos años se ha acelerado rápidamente, siempre en búsqueda permanente del mejoramiento de técnicas y procesos productivos, para obtener mayor calidad, ganar en eficiencia, que permite a las empresas ser competitivas, que es lo que se exige con urgencia en un mundo cada vez más globalizado. Para estar a la par con este desarrollo es importante contar con profesionales líderes, con solvencia en el campo de la técnica y de la ciencia, capaces de dar soluciones creativas y prácticas a la diversa problemática actual de las empresas, enfrentando nuevas amenazas y, por supuesto, a nuevas oportunidades, ya que el mundo empresarial nos obligan a superar nuestras limitaciones, no sólo para adaptarse productivamente a las transformaciones que están ocurriendo sino también para desarrollar una ventaja competitiva en el futuro.

La Universidad Politécnica Salesiana Sede Matriz Cuenca, consciente de su responsabilidad de mantener una formación continua y dando respuesta a esta demanda profesional y social, ve la necesidad de mejorar la Carrera de Ingeniería Industrial con un currículo a nivel nacional, por lo tanto se dirige a formar profesionales que conozcan los procesos administrativos, que entiendan la dinámica del mercado y que gestione los procesos de producción. Competentemente capaces de desenvolverse en el área técnica y administrativa, con capacidad de innovar, para ser un gestor de la producción.

CAPITULO I: SITUACION PROBLEMA

1.3.1 Pensum actual

NIVEL	NOMBRE DE LA ASIGNATURA	AREA DE PLAN DE ESTUDIO	CREDITOS
1	CALCULO DIFERENCIAL	FORMACION BASICA CIENTIFICA	6
1	ALGEBRA LINEAL	FORMACION BASICA CIENTIFICA	4
1	QUIMICA GENERAL	FORMACION BASICA CIENTIFICA	4
1	DIBUJO	FORMACION BASICA CIENTIFICA	4
1	TECNICAS DE INVESTIGACION	INVESTIGACION	2
1	TECNICAS DE EXPRESION	DESARROLLO HUMANO	2
1	ANTROPOLOGIA CRISTIANA	DESARROLLO HUMANO	2
NIVEL	NOMBRE DE LA ASIGNATURA	AREA DE PLAN DE ESTUDIO	CREDITOS
2	CALCULO INTEGRAL	FORMACION BASICA CIENTIFICA	4
2	ESTATICA	FORMACION BASICA CIENTIFICA	6
2	QUIMICA ORGANICA	FORMACION BASICA CIENTIFICA	4
2	OFIMATICA	FORMACION PROFESIONAL	4
2	PROCESOS DE MANUFACTURA	FORMACION PROFESIONAL	4
2	CONTABILIDAD	FORMACION PROFESIONAL	4

NIVEL	NOMBRE DE LA ASIGNATURA	AREA DE PLAN DE ESTUDIO	CREDITOS
3	ECUACIONES DIFERENCIALES	FORMACION BASICA CIENTIFICA	4
3	DINAMICA I	FORMACION BASICA CIENTIFICA	4
3	FUNDAMENTOS DE MATERIALES	FORMACION BASICA CIENTIFICA	4
3	PROGRAMACION	FORMACION PROFESIONAL	4
3	PRINCIPIOS ADMINISTRATIVOS	FORMACION PROFESIONAL	4
3	CONTABILIDAD DE COSTOS	FORMACION PROFESIONAL	4
3	ESPIRITUALIDAD JUVENIL SALESIANA	DESARROLLO HUMANO	2

NIVEL	NOMBRE DE LA ASIGNATURA	AREA DE PLAN DE ESTUDIO	CREDITOS
4	METODOS NUMERICOS	FORMACION BASICA CIENTIFICA	4
4	DINAMICA II	FORMACION BASICA CIENTIFICA	4
4	PROBABILIDAD Y ESTADISTICA I	FORMACION BASICA CIENTIFICA	4
4	ELECTRICIDAD	FORMACION BASICA CIENTIFICA	6
4	INGENIERIA DE METODOS	FORMACION PROFESIONAL	4
4	INVESTIGACION OPERATIVA	FORMACION PROFESIONAL	4

CAPITULO I: SITUACION PROBLEMA

NIVEL	NOMBRE DE LA ASIGNATURA	AREA DE PLAN DE ESTUDIO	CREDITOS
5	PENSAMIENTO SOCIAL IGLESIA	DESARROLLO HUMANO	2
5	RESISTENCIA DE MATERIALES	FORMACION BASICA CIENTIFICA	4
5	PROBABILIDAD Y ESTADISTICA II	FORMACION BASICA CIENTIFICA	4
5	ELECTRONICA ANALOGICA Y DIGITAL	FORMACION BASICA CIENTIFICA	6
5	PRODUCCION I	FORMACION PROFESIONAL	4
5	MATEMATICAS FINANCIERAS	FORMACION PROFESIONAL	4

NIVEL	NOMBRE DE LA ASIGNATURA	AREA DE PLAN DE ESTUDIO	CREDITOS
6	ETICA	DESARROLLO HUMANO	2
6	ELEMENTOS DE MAQUINAS	FORMACION PROFESIONAL	4
6	MANTENIMIENTO	FORMACION PROFESIONAL	4
6	AUTOMATISMOS I	FORMACION PROFESIONAL	4
6	PRODUCCION II	FORMACION PROFESIONAL	4
6	SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL	FORMACION PROFESIONAL	4
NIVEL	NOMBRE DE LA ASIGNATURA	AREA DE PLAN DE ESTUDIO	CREDITOS
7	TERMODINAMICA	FORMACION PROFESIONAL	4
7	FINANZAS A CORTO Y LARGO PLAZO	FORMACION PROFESIONAL	6
7	GESTION DE CALIDAD	FORMACION PROFESIONAL	4
7	AUTOMATISMOS II	FORMACION PROFESIONAL	4
7	ESTRATEGIAS DE MANUFACTURA	FORMACION PROFESIONAL	4
7	FUNDAMENTOS DE ECONOMIA	FORMACION PROFESIONAL	4

NIVEL	NOMBRE DE LA ASIGNATURA	AREA DE PLAN DE ESTUDIO	CREDITOS
8	TRANSFERENCIA DE CALOR Y FLUIDOS	FORMACION PROFESIONAL	4
8	LEGISLACION LABORAL Y SOCIETARIA	FORMACION PROFESIONAL	4
8	SUPERVISION INDUSTRIAL	FORMACION PROFESIONAL	4
8	PSICOLOGIA INDUSTRIAL	FORMACION PROFESIONAL	4
8	MERCADEO	FORMACION PROFESIONAL	4
8	MACROECONOMIA	FORMACION PROFESIONAL	4

NIVEL	NOMBRE DE LA ASIGNATURA	AREA DE PLAN DE ESTUDIO	CREDITOS
9	ENERGIA Y MEDIO AMBIENTE	FORMACION PROFESIONAL	4
9	ADMINISTRACION DE PROYECTOS	FORMACION PROFESIONAL	4
9	GESTION DE RECURSOS HUMANOS	FORMACION PROFESIONAL	4
9	SIMULACION DE PROCESOS	FORMACION PROFESIONAL	4
9	INVESTIGACION DE MERCADOS	FORMACION PROFESIONAL	4
9	CONTROL Y PRESUPUESTACIÓN	FORMACION PROFESIONAL	4

CAPITULO I: SITUACION PROBLEMA

NIVEL	NOMBRE DE LA ASIGNATURA	AREA DE PLAN DE ESTUDIO	CREDITOS
10	DEONTOLOGIA	DESARROLLO HUMANO	2
10	PROYECTOS INDUSTRIALES	FORMACION PROFESIONAL	4
10	LOGISTICA	FORMACION PROFESIONAL	4
10	SISTEMAS DE INFORMACION	FORMACION PROFESIONAL	4
10	ESTRATEGIA EMPRESARIAL	FORMACION PROFESIONAL	4
10	GESTION DE TECNOLOGIA	FORMACION PROFESIONAL	4

Para la formación completa del Ingeniero Industrial es indispensable que realice una serie de paracadémicos que le ayudarán a la culminación de la carrera, además de tener una perspectiva más completa de la vida profesional y vincularse un poco con las necesidades de la comunidad, es por eso que aparte de la formación académica se oferta las siguientes actividades:

NIVEL MAXIMO DE APROBACION	DESCRIPCION DEL PARAACADEMICO	NUMERO DE HORAS	NUMERO DE CREDITOS
2	Seminario I	32	2
4	Seminario II	32	2
6	Extensión Universitario	60	4
8	Seminario III	32	2
10	Seminario IV	32	2
9	Cultura Física I	32	2
10	Cultura Física II	32	2
8	Suficiencia en Idioma Extranjero	384	24
10	Pasantía	200	12

1.3.2 Asignaturas de Prácticas

Los aspirantes a Ingenieros Industriales necesitan estar inmersos en escenarios ficticios que les ayude a incluirse en problemas que se encontrarán en su vida profesional, para lo cual el laboratorio de prácticas que se plantea contará con esta ayuda para el desarrollo profesional de ciertas materias que podrán ser analizadas, puestas a prueba y desarrolladas por los mismos estudiantes, brindándoles así una ayuda

complementaria para su futuro profesional y a las que profesores calificados brindarán para que estas asignaturas sean asimiladas de mejor manera.

De ahí parte la necesidad de buscar dentro de la malla curricular actual las asignaturas que pueden ser capacitadas de mejor manera y también las que son factibles realizar prácticas, porque hay que tomar en cuenta que no todas las materias ofertadas en la actual mala curricular son probables de realizar prácticas ya sea porque no son de especialidad o porque son realmente solo teóricas. Haciendo el análisis de lo anteriormente señalado se llega a la selección de las siguientes materias:



De aquí parte los programas Micro curriculares de las materias que necesitan prácticas citando a continuación:

1.3.2.1 Dibujo

1.3.2.1.1 Descripción de la Asignatura

El Dibujo Industrial, Formas de ejecución, Principios de representación, procesos de fabricación, Toma de medidas, Acotación, Tolerancias dimensionales, Tolerancias geométricas, Relación entre tolerancias dimensionales y geométricas, Estados superficiales, Uniones roscadas, elementos y accesorios, Soldadura, Rodamientos, Mecanismos de transformación de giro.

1.3.2.1.2 OBJETIVOS

Generales:

- Capacitar al estudiante en destrezas y habilidades que le permitan interpretar y realizar planos técnicos acordes con las normas vigentes, considerando métodos y técnicas que garanticen un desarrollo eficaz en los diferentes procedimientos

ESPECÍFICOS:

- Aplicar adecuadamente los elementos fundamentales del dibujo técnico, tipos de líneas, escritura normalizada, signos y símbolos.
- Representar piezas y conjuntos mediante el sistema europeo de proyección ortogonal, teniendo en cuenta la elección de la vista principal.
- Ampliar conocimientos sobre cortes, secciones, roturas, y sus particularidades en la aplicación del dibujo técnico.
- Aplicar diferentes sistemas de acotación considerando la finalidad de cada uno de ellos.
- Representar roscas de diversos tipos utilizando la correspondiente normalización
- Denominar, calcular y acotar conos
- Dibujar conjuntos con su respectiva lista de despiece y sus particulares
- Conocer y realizar los diferentes tipos de representaciones especiales: engranajes, rodamientos, soldadura, especificando su utilidad y normalización.

1.3.2.1.3 Contenidos

EL DIBUJO INDUSTRIAL

- Estudio de las líneas, símbolos y cifras que conforman parte fundamental del lenguaje gráfico que enmarca el dibujo industrial.
- Tipos de dibujos técnicos: Conocimiento de los diferentes tipos normalizados de dibujos que se utilizan en el área técnica , según DIN199
- Contenido de un dibujo técnico: Información y normalización referente a la presentación de un dibujo técnico
 - Cuadro de rotulación
 - Formatos
 - Rotulación
 - Escalas

CAPITULO I: SITUACION PROBLEMA

Numeración de planos

Lista de elementos

FORMAS DE EJECUCIÓN

- Estudio y conocimiento de los diferentes materiales y técnicas utilizadas para la realización de un plano.
- Material de dibujo: Descripción y aplicación de los materiales de dibujo
- La coquización: Técnicas para la correcta representación

PRINCIPIOS DE REPRESENTACION

- Estudio y aplicación de los diversos elementos y herramientas de representación gráfica.
- La proyección ortogonal: Fundamento y estudio de los diferentes métodos de proyección
- Tipos de líneas: Conocimiento, ejecución y significado de las diversas líneas técnicas normalizadas según ISO128
- Criterios para la selección de vistas: Análisis de criterios para la correcta selección de vistas.
- Vistas particulares, parciales y locales: Clasificación, particularidades y aplicación de las diversas vistas que se disponen en el dibujo técnico.
- Cortes y secciones: Clasificación, particularidades y aplicación de las diversas representaciones en corte que se disponen en el dibujo técnico.
- Otras consideraciones en la representación de piezas: Estudio de casos particulares y especiales en cuanto a la representación de planos
- Perspectivas: Fundamento, clasificación, procedimiento de trazado, aplicación de las diferentes perspectivas.
- Normativa: normas relacionadas con los contenidos estudiados en este capítulo

PROCESOS DE FABRICACIÓN:

- Breve descripción de los procesos de construcción, desde el punto de vista de diseñar elementos construibles y económicos.

TOMA DE MEDIDAS:

- Sistemas de medición, instrumentos, grado de precisión de los instrumentos.

ACOTACIÓN

- Estudio, análisis y aplicación de los principios y normativas que rigen los sistemas de acotación, considerando factores constructivos, funcionales y económicos.
- Metodología de la acotación: Nociones generales, componentes, sistemas de acotación
- Influencia de la fabricación en la acotación: Particularidades de los sistemas de acotación atendiendo al proceso de fabricación de las piezas siendo con o sin arranque de viruta
- Criterios generales de acotación: Análisis del sistema más adecuado de acotación de las piezas mecánicas en función de factores funcionales, constructivos, verificables y de intercambio.
- EXAMEN
- Normativa

TOLERANCIAS DIMENSIONALES

- Estudio, análisis, cálculo y aplicación de los principios de representación de las tolerancias dimensionales aplicando los sistemas normalizados
- Ajustes: Principios, definiciones, sistemas, aplicación en la elección y verificación de los ajustes y tolerancias adecuados y normalizados
- Tolerancias generales dimensionales: Definiciones, sistemas y aplicación de tolerancias generales.
- Normativa: normas relacionadas con los contenidos estudiados en este capítulo

TOLERANCIAS GEOMETRICAS

- Estudio, análisis, cálculo y aplicación de los principios de representación de las tolerancias geométricas aplicando los sistemas normalizados
- Definiciones: Estudio de las definiciones, símbolos e indicaciones normalizadas sobre tolerancias geométricas
- tolerancias generales geométricas: Definiciones, sistemas y aplicación de tolerancias generales.

RELACION ENTRE TOLERANCIAS DIMENSIONALES Y GEOMETRICAS:

- Estudio, análisis, cálculo y aplicación de las relaciones entre las tolerancias dimensionales y geométricas aplicando los requisitos y principios de producción en serie y de calidad considerando los sistemas normalizados

- Definiciones: Análisis de los conceptos y requisitos de relación entre tolerancias como el requisito de la envolvente, requisito del máximo y mínimo material
- Criterios generales de aplicación de las tolerancias geométricas: Resumen de criterios de aplicación de cada grupo de tolerancias geométricas, especificando criterios de aplicación
- Normativa: normas relacionadas con los contenidos estudiados en este capítulo

REPRESENTACIÓN DE CONJUNTOS

REPRESENTACIÓN ARQUITECTÓNICA DE PLANTAS.

- Dibujo y distribución de plantas y naves industriales.
- Aplicación e interpretación.

1.3.2.2 Ingeniería de Métodos

1.3.2.2.1 Descripción de la asignatura

Introducción a la Ingeniería de Métodos, Análisis de Procesos, Análisis de Relaciones Hombre Máquina, Estudio de Movimientos, Ergonomía, Otras Técnicas para la Mejora de Métodos

1.3.2.2.2 Objetivos

Generales:

Que el alumno conozca el origen y los fundamentos de la ingeniería de métodos, logrando con ello una adecuada posición filosófica, para la aplicación de criterios de simplificación del trabajo.

Específicos:

- Efectuar mejoras en la empresa, para aumentar su productividad.
- Aplicar las técnicas para la solución de problemas.
- Obtener y presentar datos por medio de diagramas, con el fin de desarrollar el método ideal para las relaciones hombre/máquina y presentarlo como un estándar

- Medir la productividad óptima para cada tarea
- Guiar a los trabajadores hacia los métodos óptimos

1.3.2.2.3 Contenidos

1. INTRODUCCION A LA INGENIERIA DE METODOS

- Origen de la Ingeniería Industrial
- Alcance de la Ingeniería de Métodos
- Definición y objeto del Estudio de Tiempos y Movimientos
- Trabajos de Taylor y Gilbreth
- Iniciadores contemporáneos
- Estudio de Métodos de Trabajo. Estudio para el desarrollo de un método mejor
- ¿Cómo eliminar todo el trabajo innecesario?
 - ✓ Combinar operaciones o sus elementos
 - ✓ Combinar el orden de las operaciones
 - ✓ Simplificar operaciones innecesarias

2. ANÁLISIS DE PROCESOS.

- Diagrama de operación de proceso
- Diagrama de flujo de proceso
- Diagrama de recorrido
- Análisis de casos prácticos

3. ANÁLISIS DE LAS RELACIONES HOMBRE MÁQUINA

- Diagrama de Actividad
 - ✓ Diagrama de interrelación Hombre – Máquina
 - ✓ Diagrama de proceso de grupo (Diagrama de Cuadrilla)
 - ✓ Técnicas Cuantitativas para evaluar relaciones entre hombre y máquina
- Equilibrio de líneas.
- Establecimiento de precedencias. Análisis de costos.
- Metodología para el análisis de la operación.

- Interferencia de máquinas

4. ESTUDIO DE MOVIMIENTOS.

- Movimientos fundamentales
- Divisiones básicas del trabajo (Therbligs)
- Metodología del Estudio de Movimientos
- Principios de la Economía de Movimiento
 - ✓ Relacionados con el cuerpo humano
 - ✓ Relacionados con el lugar de trabajo
 - ✓ Relacionados con la herramienta o equipo
 - ✓ Análisis de la Operación
- Simograma o Diagrama de Operación
- Estudio de Micro movimientos
- Análisis de Casos Prácticos

5. ERGONOMÍA.

- Introducción
 - ✓ Definición de Ingeniería Humana y Ergonomía
 - ✓ Historia
 - ✓ Alcance
 - ✓ Disciplinas relacionadas
- Biomecánica ocupacional
 - ✓ Estructura de la Biomecánica Ocupacional
 - ✓ Análisis de Fuerzas para Movimientos del Cuerpo
- Antropometría
 - ✓ Antropometría dinámica
 - ✓ Antropometría estática
 - Rango
 - Frecuencia
 - Percentil
- Diseño de estaciones de trabajo
 - ✓ Diseño de lugar de trabajo
 - ✓ Estaciones de trabajo
 - ✓ Postura de pie y sentado

- ✓ Requerimientos físicos del lugar de trabajo
- ✓ Análisis Postural de Extremidades Superiores
- ✓ Ambiente físico
 - Iluminación
 - Ruido
- ✓ Lista de Verificación Ergonómica (Chek-List)

6. OTRAS TÉCNICAS PARA LA MEJORA DE MÉTODOS

- ✓ Tiempo mínimo de preparación y/o montaje
- ✓ Técnicas de Mejora Poke - Yoke
- ✓ Análisis de casos prácticos

1.3.2.3 Investigación Operativa

1.3.2.3.1 Descripción de la asignatura

Conceptos básicos de Investigación Operativa, Los modelos y su construcción, optimización lineal, análisis gráfico en programación lineal parte I, análisis gráfico en programación lineal PARTE II, análisis de sensibilidad en PL: uso de SOLVER, aplicaciones en problemas especiales de PL, Administración de Proyectos: CPM y PERT.

1.3.2.3.2 Objetivos

Generales:

Se pretende desarrollar un equilibrio entre la capacidad de desarrollar y usar modelos para resolver casos, y una visión panorámica de las posibilidades y limitaciones de los métodos de investigación operativa que un administrador profesional debe conocer

Específicos:

- Desarrollar las habilidades para elaborar y utilizar modelos en la resolución de casos administrativos.
- Ampliar el panorama de las posibilidades y limitaciones de los métodos que ofrece la investigación operativa.
- Determinar problemas reales susceptibles de ser modelados y resueltos mediante la investigación operativa.
- Aprender a establecer y construir modelos concretos.

- Ejercitarse en la utilización de software adecuado (especialmente la hoja de cálculo EXCEL) en el planteamiento y análisis de modelos.
- Interpretar los resultados obtenidos.
- Dar conclusiones válidas a problemas reales planteados.
- Exponer resultados y análisis cimentados sobre una base conceptual sólida.

1.3.2.3.3 Contenidos

1. TOMA DE DECISIONES EN OPERACIONES

- Procesos de toma de las decisiones.
- Construcción de modelos.
- Metodología de las decisiones
- El proceso de la decisión en las operaciones
- Fundamentos de la toma de decisiones
- Tablas de decisión
- Toma de decisiones bajo incertidumbre
- Toma de decisiones bajo riesgo
- Toma de decisiones bajo certeza
 - Valor esperado de la información perfecta (VEIP)
 - Árboles de decisión
 - Un árbol de decisión más complejo
 - Utilización de software

2. PROGRAMACION LINEAL

- Formulación de problemas de programación lineal
- Resolución gráfica de problemas de programación lineal
- Representación gráfica de las restricciones
- Método de solución basado en la línea iso-beneficios
- Método de solución basado en los vértices
- Análisis de sensibilidad
- Resolución de problemas de minimización
- Aplicaciones de la programación lineal:
 - El método Simplex de PL
 - Utilización de software

3. MODELO DE TRANSPORTE

- Modelado de transporte
- Desarrollo de una solución de partida
- El método del rincón noroeste
- El método del coste intuitivo más bajo
- El método Stepping-Stone
- Temas especiales en el modelado
- Demanda diferente a la oferta
- Degeneración
- Utilización de software

4. ADMINISTRACION DE PROYECTOS

- La importancia estratégica de la dirección de proyectos
- Planificación del proyecto
- Dirección del proyecto
- Estructura de la subdivisión de trabajo
- Programación del proyecto
- Control de proyectos
- Técnicas de dirección de proyectos
- El marco del PERT y el CPM
- Actividades, sucesos, y redes
- Actividades y sucesos ficticios
- El PERT y las estimaciones de la duración de las actividades
- Análisis del camino crítico
- Probabilidad de finalización del proyecto
- Crítica a los métodos PERT y CPM
- Utilización de software

5. SIMULACIONES

- Simulación Monte Carlo
- Simulación de un problema de colas
- Simulación y análisis de inventario
- El papel de los computadores en la simulación
- Utilización de software

6. PRONOSTICOS

- ¿Qué es la previsión?
- Horizontes temporales de la previsión
- La influencia del ciclo de vida del producto
- Tipos de previsiones
- La importancia estratégica de la previsión
- Recursos humanos
- Capacidad
- Gestión de la cadena de suministros
- Siete etapas en el sistema de previsión
- Enfoques de la previsión
- Visión global de los métodos cualitativos
- Visión global de los métodos cuantitativos
- Previsión de series temporales
- Descomposición de una serie temporal
- Enfoque simple
- Medias móviles
- Alisado exponencial
- Alisado exponencial con ajuste de tendencia
- Proyecciones de la tendencia
- Variaciones estacionales en los datos
- Variaciones cíclicas en los datos
- Métodos de previsión causal: análisis de regresión y correlación
- Seguimiento y control de las previsiones
- Alisado adaptable
- Previsión enfocada
- Previsión en el sector servicios
- Utilización de software

1.3.2.4 Producción I

1.3.2.4.1 Descripción de la Asignatura

Ubicación de una Planta, Distribución en Planta, Definición de Control de Producción, Pronóstico de Ventas.

1.3.2.4.2 Objetivos

Generales:

- Cumplir con éxito los requisitos académicos exigidos por la Facultad.
- Familiarizar al estudiante con la terminología utilizada en el lenguaje empresarial
- Comprender la importancia del Estudio del Trabajo y la Distribución en Planta para las personas y las organizaciones.
- Enmarcar al estudiante en el ambiente de la empresa actual.
- Dotar al estudiante los conocimientos, de una manera general, que le permitan determinar los sitios mejores para la ubicación de una planta a través de la utilización de modelos matemáticos; Identificar cuáles son los factores y como afectan cada uno de ellos en una distribución en planta.
- Dotar al estudiante los conocimientos, de una manera general, que le permitan realizar o dirigir una distribución en planta de acuerdo al flujo de producción.

1.3.2.4.3 Contenidos

1. UBICACION DE UNA PLANTA.

- Consideraciones relativas a la ubicación.
- Criterios objetivos.
- Criterios Subjetivos.
- Factores preponderantes de la decisión.
- Conveniencia de la ubicación.
- Suministros de servicios.
- Modelo Matemático para una ayuda para la decisión: Borran y Gibosa.
- Ejercicio y problemas.

2. DISTRIBUCION EN PLANTA.

- Introducción a la distribución en planta.
- Introducción a la Distribución en Planta.
- Concepto.
- Objetivos de la Distribución en Planta.

- Principios de la Distribución en Planta.
- Naturaleza de los problemas de Distribución en Planta.
- Tipos clásicos de distribución: posición fija; por proceso; en cadena.
- Sistemas de flujo.
- Factores que afectan a la distribución en planta.
- Factor Material.
- Factor Maquinaria.
- Factor hombre.
- Factor movimiento.
- Factor espera.
- Factor servicio.
- Factor edificio.
- Factor cambio.
- Formatos y tablas de análisis para la Distribución en Planta.
- Cómo planear la distribución.
- Distribución de conjunto o general.
- Material y cantidades.
- Las operaciones y su secuencia.
- Características importantes.
- Necesidades de espacio.
- Recepción.
- Despachos.
- Tableros y plantillas de distribución.

3. DEFINICION DE CONTROL DE PRODUCCION.

- Concepto.
- Fases de la Planificación y Control de Producción.
 - ✓ Pre planificación.
 - ✓ Planificación.
 - ✓ Control.
- Funciones de la Planificación y Control de la Producción.
 - ✓ Materiales.
 - ✓ Métodos.
 - ✓ Máquina y equipos.
 - ✓ Determinación de rutas.

Estimación.

Carga y programación de tiempos.

Lanzamiento.

Seguimiento.

Verificación.

Evaluación.

- Objetivos del Control de la Producción.
- Actividades del Control de la Producción.
- Tipos de producción.
 - Bajo pedido.
 - Por lotes o por partidos.
 - Continua.
 - Serie.
 - Cadena.

4. PRONÓSTICO DE VENTAS.

- Etapas para realizar una previsión de ventas.
- Tipos de pronósticos.
- Simple promedio móvil.
- Tendencia línea.
- Variaciones cíclicas.
- Modelo de pronósticos.
- Simple promedio móvil.
- Pronósticos temporales.
- Promedio movable centrado.

1.3.2.5 Producción II

1.3.2.5.1 Descripción de la Asignatura

Planeación de la Producción, Los Sistemas MRP, Programación Secuencial, Planeación y Control de Inventarios, La Filosofía Justo a Tiempo.

1.3.2.5.2 Objetivos

Generales:

- Cumplir con éxito los requisitos académicos exigidos por la Facultad.

- Familiarizar al estudiante con la terminología utilizada en el lenguaje empresarial
- Enmarcar al estudiante en el ambiente de la empresa actual.
- Determinar el pronóstico de ventas y producción utilizando los diferentes modelos.
- Calcular la capacidad teórica, práctica y real de la planta.
- Calcular el requerimiento de materiales (MRP).
- Planear y controlar la producción e inventarios.
- Dotar al estudiante los conocimientos, de una manera general, que le permitan programar, planear y controlar la producción de una empresa.
- Conocer las nuevas filosofías de la producción (JAT y TOC).
- Conocer los principios básicos de la programación computarizada.

1.3.2.5.3 Contenidos

1. PLANEACION DE LA PRODUCCION.

- Planeamiento y ordenamiento de la producción
- Planeación de la producción
- Matriz máster de producción o Plan agregado de producción
- Ajuste del programa
- Ajuste del plan de producción por nivelación de un período.

2. LOS SISTEMAS MRP.

- Introducción a los sistemas MRP.
- Esquema básico del MRP originario. Definición y características del sistema.
- Entradas fundamentales del sistema MRP.
- El programa maestro de producción.
- La lista de materiales.
- El fichero de registros de inventarios

3. PROGRAMACION SECUENCIAL.

- Programación secuencial:

- Concepto
- Variables en un problema secuencial
- Programación de “ n “ trabajos en una (1) máquina
- Programación de “ n “ trabajos en dos (2) máquinas
- Programación de “ n “ trabajos en tres (3) máquinas
- Programación de “ n “ trabajos en t” n “ máquinas

4 PLANEACION Y CONTROL DE INVENTARIOS.

- Concepto
- Concepto básico hacia las ventas
- Concepto básico hacia la producción
- Objetivos
- Definición de políticas
- Establecimiento de sistemas y procedimientos
- Organización
- Pasos para una planeación de niveles óptimos de existencia de materiales
- Planeación y control de inventario.
- Tipos de inventario
- Materias primas y partes compradas.
- Productos en proceso
- Productos terminados
- Sistemas de clasificación ABC
- Por precio unitario
- Por valor total
- Por utilización y valor
- Por aportación a las utilidades
- Definiciones y símbolos de términos usados
- Sistemas determinísticos para el control de inventario.
- Lote económico de compra
- Técnicas para determinar el lote económico de compra
- Técnica de tabulación a un solo precio unitario
- Técnica de tabulación por descuento por volumen de compra
- Técnico gráfico
- Lote económico de producción

- Sistema probabilística y análisis de datos para resolver cuándo ordenar.
- Determinación del punto de re orden, sistemas CF - CE y tabla de Poisson

5. LA FILOSOFIA JUSTO A TIEMPO.

- Introducción
- Objetivos y elementos de la filosofía “Justo a Tiempo”
- El nivel de la producción
- Programa maestro de producción
- Plan de materiales
- Programa de montaje final
- Ejecución y control: el sistema Kamban
- Principales tipos de Kamban y funcionamiento del sistema
- Otros tipos de Kamban
- Las señales Kamban,
- El Kamban de proveedores
- Calculo del número de tarjetas a poner en circulación.
- Consideraciones finales.

1.3.2.6 Seguridad e Higiene Industrial

1.3.2.6.1 Descripción de la Asignatura

La prevención de accidentes, origen de los accidentes, prevención e investigación de accidentes, colección, análisis y uso de datos sobre accidentes, tipos de organización de seguridad, equipos de protección personal, tipos de riesgos, seguridad en caso de fuego, seguridad en maquinaria y punto de operación, la Seguridad y Salud Ocupacional OSHA 18000

1.3.2.6.2 Objetivos

Generales:

Al terminar el ciclo lectivo el estudiante será capaz de planificar, hacer, verificar y actuar para realizar y desarrollar planes de mejora de la seguridad, salud y ambiente, así como planes de emergencia y contingencia.

Específicos:

- Obtener, analizar y usar datos sobre accidentes.

- Determinar las áreas donde realizar la prevención e investigación de los accidentes.
- Determinar qué tipos de riesgos existen y los equipos de protección personal requeridos.

1.3.2.6.3 Contenidos

1. LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES.

- Bosquejo histórico.
- Principios fundamentales
- Definiciones
- Secuencia de los accidentes
- Causas de los accidentes
- Normativa legal
 - ✓ Constitución política
 - ✓ Código de trabajo
 - ✓ Reglamento de Seguridad y Salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo
 - ✓ Reglamento General del Seguro de Riesgos del Trabajo IESS

2. ORIGEN DE LOS ACCIDENTES.

- Generalidades
- Explicación de la razón 1-29-300
- Definición
- La prevención de accidentes
- Método del Árbol de Causas
- Identificación de las causas de los accidentes
 - ✓ Factores personales
 - ✓ Factores sociales
- Análisis de riesgo

3. PREVENCIÓN E INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES

- Razones de la prevención de accidentes
- Los accidentes y la industria

- Los supervisores y la prevención de accidentes.
- Investigación de accidentes
- Que accidentes deben ser investigados
- Cuando deben ser realizada investigados
- Quien debe realizar
- Hechos que se deben registrar
- Procedimiento
- Beneficios de la investigación de accidentes
- Análisis de la investigación de accidentes

4. ANALISIS Y USO DE DATOS SOBRE ACCIDENTES.

- Generalidades
- Informe de accidentes
- Computo de accidentes
 - Índice de frecuencia
 - Índice de gravedad
 - Índice frecuencia-gravedad
- Análisis de los cómputos de accidentes
- Beneficios y ventajas del análisis
- Costos de los accidentes
 - Directos
 - Indirectos
- Acciones preventivas
- Normas y procedimientos
- Aplicación de medidas correctivas
 - Revisión técnica
 - Capacitación
 - Cambios de personal
 - Disciplina

5. TIPOS DE ORGANIZACIÓN DE SEGURIDAD.

- Generalidades
- Organización de la seguridad
- Organización en línea

- Comités de seguridad
- Departamento de seguridad

6. EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL.

- Introducción
- Protección de la cabeza
- Protección de los ojos
- Protección de los oídos
- Protección de las manos
- Protección de los pies
- Protección respiratoria

7. TIPOS DE RIESGOS.

- Riesgos físicos
- Riesgos eléctricos
- Riesgos químicos
- Riesgos biológicos
- Riesgos ergonómicos

8. SEGURIDAD EN CASO DE FUEGO

- Introducción
- Inicio del fuego
- Clasificación del fuego
- Como evitar que comience el fuego
- Como apagar los fuegos
- Dispositivos contra incendio
 - ✓ Prevención
 - ✓ Extinción
 - ✓ Tipos de extintores
 - ✓ Como utilizar un extintor
- Plan de acción de emergencia
- Evacuación de un edificio en llamas

9. SEGURIDAD EN MAQUINARIA Y PUNTO DE OPERACIÓN.

- Protección general de las máquinas
- Riesgos mecánicos

- Protecciones en cerco y barrera para aparatos de transmisión Prensas mecánicas
- Control de los riesgos en el punto de operación
- Protección en centro o barrera
- Protección por distancia
- Dispositivos para retirar las manos
- Dispositivos de detección de presencia
- Elevadores y equipos de montacargas: Generalidades

10. LA SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL OSHA 18000

- En qué consiste
- Compatibilidad con estándares de gestión ISO 9000 e ISO 14000
- Requisitos
- El sistema de administración de riesgos
- La certificación
- Beneficios
- Aplicación

1.3.2.7 Gestión de Calidad

1.3.2.7.1 Descripción de la asignatura

Gestión de Calidad Total, Autores de la Gestión de la Calidad, Organización por Procesos, Los Tres Enfoques de Calidad, Planificación de la Calidad, Proceso, Diseño, Gestión de los Recursos Humanos, Economía de la Calidad, Control Estadístico.

1.3.2.7.2 Objetivos

GENERALES:

Complementar la formación general del Estudiante con criterios técnicos básicos enfocados a los sistemas de calidad, entendido como un recurso para el desarrollo profesional.

ESPECÍFICOS:

- Proporcionar una descripción de lo que se quiere decir con calidad y sistemas.

- Aportar información acerca de las causas básicas de las perturbaciones en las organizaciones.
- Repasar o presentar los conocimientos científicos que una persona necesita para entender la naturaleza de los problemas organizaciones y para ser capaz de cuantificarlos.
- Exponer los considerables vacíos que hay en nuestro conocimiento científico actual relacionados con la comprensión y el control de las complejas interacciones entre las actividades humanas y la organización.
- Dar a conocer procedimientos para implementar un sistema.

1.3.2.7.3 Contenidos

1. GENERALIDADES

- Generalidades de la calidad
- Introducción
- Mercado
- Mercado libre
- Normalización
- Las cuatro eras de la gestión de la calidad
- Autores de la gestión de la calidad
- Factores que afectan la percepción de la calidad del cliente
- Gestión de la calidad total

2. PROCESOS

- Evolución del concepto
- El despliegue de políticas y los procesos
- Identificación y clasificación de procesos
- Un modelo para la gerencia de procesos
- Medidores e indicadores
- Elaboración de indicadores

3. PLANIFICACION ESTRATEGICA

- Introducción a la planificación estratégica
- Monitoreo del entorno y consideraciones para su aplicación

- Formulación de la misión, visión, políticas, objetivos
- Estrategias de Negocios
- Plan operativo

4. CONTROL ESTADISTICO

- Sistema de control de calidad.
- Requerimientos del control del proceso.
- Control de materiales y la prevención 4
- Las siete antiguas y siete nuevas herramientas estadísticas
- Curva de operación.
- Planes muestreo de aceptación por variables
- Planes muestreo de aceptación por atributos

5. ESTANDARES DE CLASE MUNDIAL

- Gerencia de la calidad y el premio Malcolm Baldrige
- El premio nacional a la calidad
- Introducción a la Norma ISO 9001:2000
- Análisis de los requisitos de la Norma ISO 9001:2000
- La norma ISO/TS 16949
- Semejanzas de la Norma ISO 9001:2000 con las Normas ISO 14001 Y OSHAS 18001

6. AUDITORIAS DE LA CALIDAD

- Auditorias de la calidad
- Clasificación de las auditorias de la calidad
- Normas sobre auditorias
- El proceso de auditoria
- La auditoria en torno a la ISO

7. ECONOMIA DE LA CALIDAD.

- Costos de calidad
- Clasificación de los costos de calidad
- Los costos ocultos de la calidad
- La gestión de costos

1.3.2.8 Supervisión Industrial

1.3.2.8.1 Descripción de la asignatura

Generalidades, El Supervisor, La Empresa y la Producción, Herramientas Estadísticas Aplicadas, Ingeniería de Métodos.

1.3.2.8.2 Objetivos

GENERALES:

Conocer los perfiles y herramientas para el buen desempeño en funciones de supervisión.

ESPECÍFICOS:

- Conocer la escala de necesidades y las motivaciones que las causan
- Determinar el perfil del Supervisor (líder) con sus funciones, responsabilidades y deberes.
- Identificar las funciones principales de la empresa y determinar las funciones de la producción.
- Conocer la construcción y usos de las herramientas estadísticas.
- Identificar y utilizar las herramientas de la Ingeniería de Métodos como mecanismo para optimización de recursos.

1.3.2.8.3 Contenidos

1. GENERALIDADES.

- Conceptos generales de supervisor
- Escala de necesidades

2. EL SUPERVISOR.

- Como administrador
- Como directivo
- Trabajo en equipo
- Principios de la dirección, estilo y mandos
- Delegación de la autoridad, generalidades, condiciones y barreras

- Los errores
- La solución de problemas

3. LA EMPRESA Y LA PRODUCCIÓN.

- Definición, fines, objetivos y clasificación.
- La producción definición y funciones
- Definición del producto: ciclo de vida, determinación de costo, planeación y entrega
- Método de trabajo: adquisición de materiales, factores para fabricar o comprar, personal.
- Mantenimiento de planta, adquisición de máquinas y equipos.
- El control de la producción funciones básicas
- Carga de trabajo, clases, capacidad de producción (teórica y real)
- Formatos de control.

4. HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS APLICADAS.

- Pareto, generalidades y construcción.
- Diagrama causa efecto, generalidades y construcción
- Gráficas de control, generalidades y construcción

5. INGENIERÍA DE MÉTODOS.

- Diagrama de proceso de operaciones
- Diagrama de flujo de operaciones
- Diagrama de actividad
- El estudio de tiempos.

1.3.2.9 Simulación de Procesos

1.3.2.9.1 Descripción de la asignatura

Simulación de procesos, simulación de modelos de eventos discretos, modelización de efectos aleatorios, modelización mediante redes de PRETI, análisis de resultados y experimentación.

1.3.2.9.2 Objetivos

GENERALES:

Modelar y diseñar sistemas y procesos industriales por computadora.
Simular y optimizar el comportamiento de procesos industriales.
Desarrollar aplicaciones de simulación de procesos, tanto para manufactura así como servicios.

1.3.2.9.3 Contenidos

1. SIMULACIÓN DE PROCESOS.

- Introducción, definiciones y ejemplos:
- Modelización y simulación.
- Modelos continuos, discretos y de eventos discretos.
- Proyectos de simulación

2. SIMULACIÓN DE MODELOS DE EVENTOS DISCRETOS.

- Modelos de simulación de eventos discretos.
- Definiciones.
- Mecanismos de avance del tiempo.
- Comportamiento de modelos.
- Simulación de un servidor sencillo.
- Ventajas e inconvenientes de la simulación.
- Introducción al Arena.

3. MODELIZACIÓN DE EFECTOS ALEATORIOS.

- Concepto de distribución.
- Distribuciones continuas.
- Distribuciones discretas.
- Ajuste de distribuciones.

4. MODELIZACIÓN MEDIANTE REDES DE PETRI.

- Introducción.

- Análisis.

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y EXPERIMENTACIÓN.

- Régimen permanente.
- Análisis de resultados.
- Diseño factorial.

1.3.2.10 Logística

1.3.2.10.1 Descripción de la asignatura

Introducción a la logística y a las nuevas tecnologías, planificación de la cadena de suministro integrado (ISCP), gestión de la demanda, aprovisionamiento y compra, transportes, gestión de almacenes.

1.3.2.10.2 Objetivos

GENERALES:

Ofrecer las bases sobre las cuales aplicar una estrategia que permita gestionar todas las actividades y empresas que participan dentro de la cadena de suministro, englobando las funciones de negocio y sus procesos.

ESPECIFICOS

- Al finalizar la asignatura, el alumno tendrá una visión práctica de los nuevos conceptos de globalización y de sus diferencias con la internacionalización y de cómo se han adaptado las organizaciones a los sistemas de información y a la incorporación del comercio electrónico entre sus herramientas operativas de funcionamiento.
- En la asignatura se muestra como plantear la globalización de la empresa desde una definición de sus recursos, áreas funcionales y la incorporación de e-business a las estructuras de la empresa: las ventajas e inconvenientes del e-business en las empresas globales: parámetros funcionales que quedan afectados.

- Decidir cuál es el modelo de red óptimo, realizar previsiones de la demanda, planificar el servicio y calcular las propuestas de reaprovisionamiento como procesos vitales en todas las empresas.
- Se estudian los fundamentos de la Planificación Logística y su impacto en los diferentes jugadores de la Cadena de Reaprovisionamiento como procesos vitales en todas las empresas,
- La selección y búsqueda de nuevas fuentes de aprovisionamiento y las formas de investigación con estos proveedores.
- Los alumnos serán capaces de entender y decidir qué sistema de transporte es el más adecuado a su necesidad.

1.3.2.10.3 Contenidos

1. INTRODUCCION A LA LOGISTICA Y A LAS NUEVAS TECNOLOGIAS

- El concepto de globalización
- Definición
- Los mercados internacionales
- Los cambios de rol en las organizaciones
- los modelos de empresa global
- Organizaciones Internacionales
- Organizaciones Globales y Transaccionales
- Globalización Funcional
- Dueño de empresas globales
- El modelo de Organización dinámica en la Globalización
- La gestión de empresas transaccionales
- El efecto E-business en las empresas.
- Organizaciones Nacionales y E-business
- El impacto de E- business en las empresas Internacionales
- E-business como herramienta en empresas Globales y Transaccionales.
- Caso práctico.

2. PLANIFICACION DE CADENA DE SUMINISTRO INTEGRADO (ISCP)

- Introducción
- Modificación de la cadena de valor
- Integración a los sistemas de Información Corporativos

- Integración con los sistemas logísticos y distribución
- Optimización de los procesos productivos
- El E-business y sus repercusiones en las necesidades logísticas.

3. GESTION DE LA DEMANDA

- Visión general de la cadena de reaprovisionamiento
- Diseño de redes de distribución
- La clasificación de la cadena de aprovisionamiento
- problemática específica de diferentes sectores en el cálculo de previsiones
- la planificación del servicio: introducción
- Modelos de Stock-Servicio
- Políticas de servicio: alternativas
- Caso práctico: experiencia de un cliente
- La planificación de la producción: concepto DRP
- Relaciones avanzadas cliente-proveedor: CRP
- Relaciones avanzadas cliente-proveedor: VMI, CFPR
- E-Planning; la planificación logística en modalidad ASP
- E-Planning; servicios BPO/BPA.
- Diseño de rutas de distribución
- Variables de la Suplí Chain: resumen

4. APROVISIONAMIENTO Y COMPRA

- El aprovisionamiento y su campo de actividad
- Las compras, su justificación
- Organización del departamento de compras
- El proceso de las compras
- Técnicas de compras
- El coste total del aprovisionamiento
- Homologación de proveedores
- Los ratios de compras
- Outsourcing
- La negociación
- La Nuevas Tecnologías en las compras

5. TRANSPORTES

- Introducción

- Criterios de selección
- Los modos de transporte
- Los aspectos técnicos de los modos de transporte
- la explotación comercial de los modos de transporte
- El e-logistics en el transporte: los portales de fletes en los modos de transporte
- Capacidad
- Análisis del punto de equilibrio
- Inversiones con Soporte Estratégico de Inversión
- Caso de Análisis

6. ESTRATEGIAS DE LOCALIZACION

- Análisis de casos
- Importancia estratégica de la localización
- Factores claves en la decisión de localización
- Métodos de Evaluación de las Alternativas de Localización

7. ESTRATEGIAS DE ORGANIZACION

- Análisis de casos
- Importancia estratégica de las decisiones de organización
- Tipos de organización
- Organización de posición fija
- Organización orientada al proceso
- Organización de oficinas
- Organización de almacenes
- Organización repetitiva y orientada al producto

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General

Diseñar un Laboratorio para el desarrollo de Prácticas en las asignaturas de formación Profesional para la Carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Politécnica Salesiana, Sede Cuenca.

1.4.2 Objetivos Específicos

1. Identificar la necesidad de ejecución de Prácticas de Laboratorio de Ingeniería Industrial de la Universidad Politécnica Salesiana, Sede Cuenca.
2. Analizar el Estado del Arte del Laboratorio de Ingeniería Industrial
3. Diseñar el laboratorio de Ingeniería Industrial
4. Elaborar guías de Prácticas
5. Análisis de Costos

1.5 ENCUESTAS A LOS ESTUDIANTES, EGRESADOS Y PROFESIONALES

1.5.1 Objetivo de la encuesta

Determinar la falta de un laboratorio de prácticas en la carrera de Ingeniería Industrial

1.5.2 Población objetivo

Para que esta encuesta tenga una buena validación, hay que seguir los siguientes pasos, sabemos que nuestro universo de estudio es finito, el número de graduados es alrededor de 300 personas, para poder calcular el tamaño de la muestra aplicamos la siguiente formula

M= tamaño de la muestra

E= error de estimación

z= nivel de confianza

N= tamaño de la muestra

p= probabilidad a favor

q=probabilidad en contra

Quedando así la formula de la siguiente manera:

$$M = \frac{(1,645)^2 (0,5) (0,5) 300}{299 (0,05)^2 + (1,645)^2 (0,5) (0,5)}$$

$$M = \frac{z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{(N-1)E^2 + z^2 p \cdot q} \quad ^3$$

$$M = 94,76$$

M = el número de encuestas que debemos realizar es de 95

1.5.3 Encuesta.

³ http://cybertesis.upc.edu.pe/upc/2006/suito_cp/html/sdx/suito_cp-TH.4.html

CAPITULO I: SITUACION PROBLEMA

UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

Agradecemos por su tiempo, al responder estas preguntas está ayudando al objetivo de mejorar el nivel académico de la carrera de ingeniería Industrial

Nombre: _____

Estudiante ☐ Egresado ☐ Graduado ☐

1. ¿Considera que las materias y contenidos de la malla actual (malla unificada) de Ingeniería Industrial son los adecuados?

- Muy de acuerdo ()
- De acuerdo ()
- Poco de acuerdo ()
- Desacuerdo ()

2. ¿Está de acuerdo con el contenido de prácticas que hasta el momento se realizan en las materias de la carrera de Ingeniería Industrial?

- Muy de acuerdo ()
- De acuerdo ()
- Poco de acuerdo ()
- Desacuerdo ()

3. ¿Señale las asignaturas que cree usted que son la más importante en la formación del Ingeniero Industrial? puede ser una, algunas, ninguna o todas.

- Dibujo ()
- Ingeniería de Métodos ()
- Investigación Operativa ()
- Producción ()
- Supervisión Industrial ()
- Gestión de Calidad ()
- Seguridad e Higiene Industrial ()
- Simulación de Procesos ()
- Electricidad ()
- Electrónica ()
- Neumática ()
- Logística ()
- Hidráulica ()
- Laboratorio de Máquinas Herramientas ()

4. Considerando las asignaturas antes mencionadas, indique. ¿En cuál de ellas realizó prácticas en los laboratorios de la Universidad Politécnica Salesiana?

- Dibujo ()
- Ingeniería de Métodos ()
- Investigación Operativa ()
- Producción ()
- Supervisión Industrial ()
- Gestión de Calidad ()
- Seguridad e Higiene Industrial ()
- Simulación de Procesos ()
- Electricidad ()
- Electrónica ()
- Neumática ()
- Logística ()

CAPITULO I: SITUACION PROBLEMA

Hidráulica ()

Laboratorio de Máquinas Herramientas ()

5. ¿Está de acuerdo que las prácticas existentes y realizadas dentro de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Politécnica Salesiana son las adecuadas?

Muy de acuerdo ()

De acuerdo ()

Poco de acuerdo ()

Desacuerdo ()

6. ¿Conoce actualmente si la Universidad Politécnica Salesiana se ha preocupado por equipar o mejorar los laboratorios de prácticas?

SI () NO ()

7. Si su respuesta anterior fue positiva ¿Considera que los laboratorios de la Universidad Politécnica Salesiana se han equipado con moderna tecnología que satisface nuestras necesidades?

Muy de acuerdo ()

De acuerdo ()

Poco de acuerdo ()

Desacuerdo ()

8. ¿A más de las prácticas ya realizadas en ciertas materias de la carrera de Ingeniería Industrial, piensa que faltan más prácticas de laboratorio en la carrera?

Muy de acuerdo ()

De acuerdo ()

Poco de acuerdo ()

Desacuerdo ()

9. Aparte de los talleres de Neumática, Hidráulica etc., ¿Estaría bien tener un laboratorio propio especializado de Ingeniería Industrial?

Muy de acuerdo ()

De acuerdo ()

Poco de acuerdo ()

Desacuerdo ()

10. ¿Está de acuerdo que las prácticas que se realizan en un laboratorio de Ingeniería Industrial ayuda a entender mejor los conceptos vertidos por los docentes de cada materia?

Muy de acuerdo ()

De acuerdo ()

Poco de acuerdo ()

Desacuerdo ()

11. Si piensa que se debería tomar en cuenta alguna materia que no está señalada anteriormente y que considera que debería estar o desea hacer alguna recomendación por favor explíquelo a continuación.

1.5.4 Tabulación de Datos

Las encuestas que se realizaron se dirigieron a estudiantes, egresados y profesionales graduados de la Universidad Politécnica Salesiana

Estudiantes 69 Graduado 24 Egresados 2

PREGUNTA No. 1 ¿Considera que las materias y contenidos de la malla actual (malla unificada) de Ingeniería Industrial son los adecuados?

Muy de acuerdo	5,26%
De acuerdo	50,53%
Poco de acuerdo	40%
Desacuerdo	4,21%



PREGUNTA No. 2 ¿Está de acuerdo con el contenido de prácticas que hasta el momento se realizan en las materias de la carrera de Ingeniería Industrial?

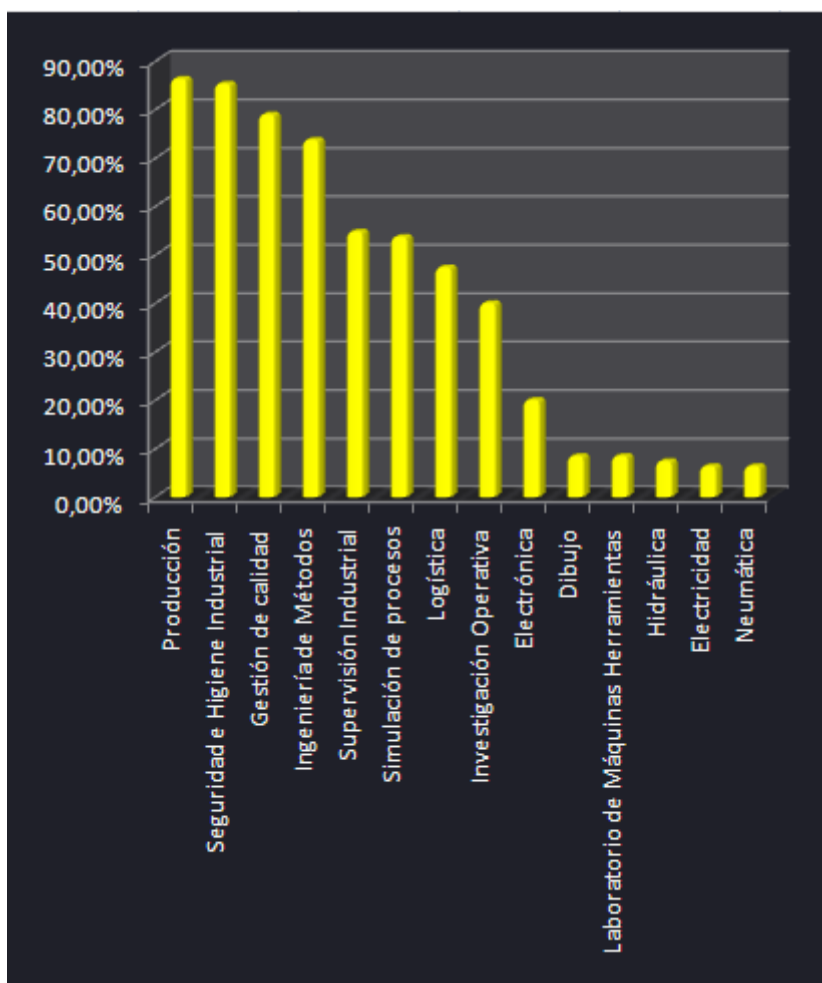
Muy de acuerdo	5,26%
De acuerdo	26,32%
Poco de acuerdo	49,47%
Desacuerdo	18,95%



CAPITULO I: SITUACION PROBLEMA

PREGUNTA No. 3 ¿Señale las asignaturas que cree Ud. que son la más importante en la formación del Ingeniero Industrial? Puede ser una, alguna, ninguna o todas.

Producción	86,32%
Seguridad e Higiene Industrial	85,26%
Gestión de calidad	78,95%
Ingeniería de Métodos	73,68%
Supervisión Industrial	54,74%
Simulación de procesos	53,68%
Logística	47,37%
Investigación Operativa	40,00%
Electrónica	20,00%
Dibujo	8,42%
Laboratorio de Máquinas Herramientas	8,42%
Hidráulica	7,37%
Electricidad	6,32 %
Neumática	6,32%

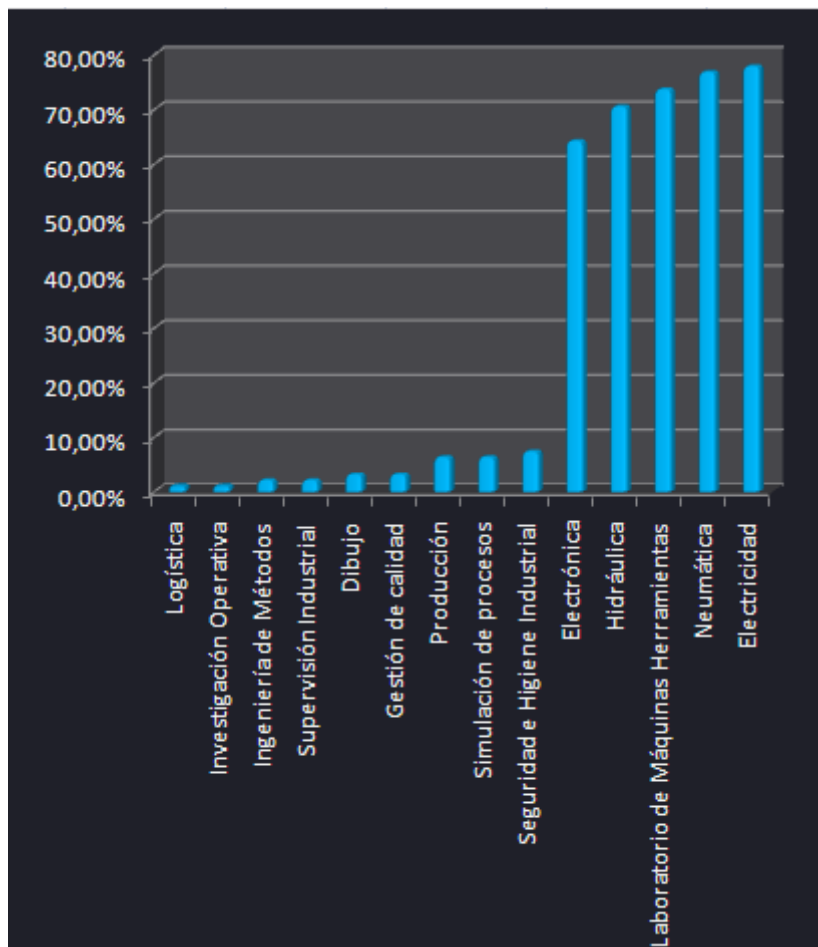


CAPITULO I: SITUACION PROBLEMA

Nota: En esta pregunta del 100% de encuestados cada porcentaje representa la opinión de los encuestados sobre la importancia de las materias, siendo algunas más importantes que otras. Ordenada de mayor a menor porcentaje.

PREGUNTA No. 4 Considerando las asignaturas antes mencionadas, indique en cuál de ellas realizó prácticas en los laboratorios de la Universidad Politécnica Salesiana.

Logística	1,05%
Investigación Operativa	1,05%
Ingeniería de Métodos	2,11%
Supervisión Industrial	2,11%
Dibujo	3,16%
Gestión de calidad	3,16%
Producción	6,32%
Simulación de procesos	6,32%
Seguridad e Higiene Industrial	7,37%
Electrónica	64,21%
Hidráulica	70,53%
Laboratorio de Máquinas Herramientas	73,68%
Neumática	76,84%
Electricidad	77,89 %



PREGUNTA No. 5 ¿Está de acuerdo que las prácticas existentes y realizadas dentro de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Politécnica Salesiana son las adecuadas?

Muy de acuerdo	3,16%
De acuerdo	24,21%
Poco de acuerdo	53,68%
Desacuerdo	18,95%



PREGUNTA No. 6 ¿Conoce actualmente si la Universidad se ha preocupado por equipar o mejorar los laboratorios de prácticas?

Nota: Tomar en cuenta que la mayoría de respuestas negativas en esta pregunta es por parte de egresados y graduados que han perdido conexión con la universidad y que por tanto desconocen las inversiones y actualizaciones de talleres que se vienen realizando en la institución.

Si	%64
No	%36



PREGUNTA No. 7 Si su respuesta anterior fue positiva ¿Considera que los laboratorios de la Universidad Politécnica Salesiana se han equipado con moderna tecnología que satisface nuestras necesidades?

Nota: Solo el 64% que contestaron positivamente en la pregunta anterior se tomó como referencia para el desarrollo de esta pregunta.

Muy de acuerdo	47,54%
De acuerdo	44,26%
Poco de acuerdo	8,20%
Desacuerdo	0,00%



PREGUNTA No. 8 ¿A más de las prácticas ya realizadas en ciertas materias de la carrera de Ingeniería Industrial, piensa que faltan más prácticas de laboratorio en la carrera?

Muy de acuerdo	76,84%
De acuerdo	22,11%
Poco de acuerdo	1,05%
Desacuerdo	0,00%



CAPITULO I: SITUACION PROBLEMA

PREGUNTA No. 9 Aparte de los talleres de Neumática, Hidráulica etc. ¿Estaría bien tener un laboratorio propio especializado de Ingeniería Industrial?

Muy de acuerdo	86,32%
De acuerdo	12,63%
Poco de acuerdo	1,05%
Desacuerdo	0,00%



PREGUNTA No. 10 ¿Está de acuerdo que las prácticas que se realizan en un laboratorio de Ingeniería Industrial ayuda a entender mejor los conceptos vertidos por los docentes de cada materia?

Muy de acuerdo	86,32%
De acuerdo	12,63%
Poco de acuerdo	1,05%
Desacuerdo	0,00%



CAPITULO I: SITUACION PROBLEMA

PREGUNTA No. 11. Si piensa que se debería tomar en cuenta alguna materia que no está señalada anteriormente y que considera que debería estar o desea hacer alguna recomendación por favor explíquelo a continuación.

Hemos tomado en cuenta las opiniones expuestas en las encuestas citando a continuación las mismas.

“El Ingeniero Industrial es el factor integrante dentro de una organización productiva ya sea esta de tendencia administrativa u operativa por lo tanto, se debería considerar que para una eficaz administración la carrera debería vincularse con la instrucción de proyectos de inversión y en la parte operativa con procesos de gestión”

Ing. Juan Carlos Verdugo Segovia.

“Gestión de proyectos (al menos dos ciclos dictados por un pmp)”

Ing. Christian González Palomeque

“Gestión de Seguridad Industrial, Salud Ocupacional y Medio Ambiente”

Ing. Geovanny Albarracín G.

“Las señaladas anteriormente son las más adecuadas para la carrera pero deberían profundizar más los procesos y calidad”

Ing. Mayra González.

“Economía Industrial, porque sería importante conocer los antecedentes económicos del desarrollo industrial a nivel de Latinoamérica, con relación a otros países del mundo”

Ing. Miguel Omar Saetama Gualpa.

“Seguridad Industrial: habría que poner más atención en dictar esta cátedra, con práctica, visitas técnicas y laboratorios”

Ing. Diego Alexander Barreto Cada.

“Considero que sería necesario aplicar en casos prácticos de carrera, materias muy importantes como Estrategias de Manufactura y Estadística. También debería añadirse una materia referente a la Gestión de Sistemas Integrados ya que es una filosofía empresarial muy común y se torna básica en la malla curricular”

Ing. Fernando Xavier Espinoza.

“Un laboratorio para Ingeniería Industrial sería de vital importancia y no solo para los estudiantes que podrían reforzar la parte académica sino también para la colectividad vinculada en el campo industrial facilitando un sinnúmero de estudios para mejorar su gestión”

Ing. Oswaldo Rafael Tandazo Tandazo.

“Diseño Industrial como materia con Auto Cad Plant”

Ing. David Andrés Vázquez Mosquera

“Creo que se debería tomar en cuenta materias relacionadas con el aspecto económico como contabilidad, contabilidad de costos, mayor énfasis en ellas y también materias relacionadas con inversiones.”

Ing. Pablo Xavier Urgilés Sánchez.

De esta pregunta se puede resumir que las siguientes asignaturas podrían fortificar en la malla actual o a su vez, en el caso de no haberlas se podría crear nuevas materias de la carrera de Ingeniería Industrial

- Gestión de Proyectos
- Gestión de Seguridad Industrial
- Salud Ocupacional y Medio Ambiente
- Economía Industrial
- Gestión de Sistemas Integrados
- Diseño Industrial
- Inversiones

1.5.3 Conclusiones.

Como conclusiones que nos deja esta encuesta se puede decir que el 90% de estudiantes, egresados y graduados no están tan de acuerdo con los contenidos de la malla actual de estudio, así mismo hay un 95% de encuestados que están entre muy de acuerdo hasta en desacuerdo con el contenido de prácticas realizadas.

Los encuestados consideran materias como Producción, Seguridad e Higiene Industrial, Gestión de Calidad, Ingeniería de Métodos; Supervisión Industrial, Simulación de Procesos, Logística e Investigación Operativa como las materias más importantes para el desarrollo del Ingeniero Industrial, contradictorio a la cuarta pregunta teniendo más prácticas en materias no consideradas “importantes” para el desarrollo de la misma teniendo estas las de mayor porcentaje, Electricidad, Neumática, Hidráulica, Laboratorio de Máquinas Herramientas, Electrónica.

Muchas personas no están muy de acuerdo con el contenido de las prácticas realizadas hasta el momento, existe una falta de vinculación post universitaria puesto que del 35,79% que no conocía que el 98% son estudiantes egresados o graduados, y dentro del 64,21% que si conocían que gran mayoría está de acuerdo con el acertado aumento de calidad y cantidad de los laboratorios en general de la Universidad Politécnica Salesiana.

CAPITULO I: SITUACION PROBLEMA

La gran mayoría de los encuestados están de acuerdo con que se implemente un laboratorio exclusivo para la carrera de Ingeniería Industrial y están convencidos que eso mejoraría el nivel académico del estudiante de la Universidad Politécnica Salesiana y así tener un mejor desempeño en su vida laboral.

CAPÍTULO II

REVISION DEL ESTADO

DEL ARTE DEL

LABORATORIO DE

INGENIERIA

INDUSTRIAL

2.1 ¿QUÉ ES EL ESTADO DE ARTE?

Desde el inicio de los tiempos el pensamiento humano ha ido evolucionando, todo esta evolución tiene su registro, está documentado desde la época cavernícola con los jeroglíficos, pasando por los papiros continuando por el papel y ahora la información se guarda de una forma virtual en línea o discos duros.

El Estado del Arte es la recopilación en la que se logra, a través de una investigación bibliográfica, conocer y sistematizar la producción científica de determinada área del conocimiento. Esta exploración documental trata de elaborar una lectura de los resultados alcanzados en los procesos sistemáticos de los conocimientos previos a ella. De hecho el estado del arte, es como la historia de la evolución de una determinada área, materia o invento, desde sus inicios ya sea un descubrimiento o una investigación científica, pasando por los puntos más relevantes y finalizando con lo más actual e innovador y si es posible una perspectiva de lo que podrá ser en el futuro el objeto investigado¹. La importancia de realizar el estado de arte en una tesis se basa en dos puntos importantes que son:

- Para informarse y hacer una retroalimentación del conocimiento que ya se produjo respecto de determinado tema.
- Para empezar a recuperar las nociones, conceptos, teorías, metodologías y perspectivas que tal vez se están perdiendo y olvidando y desde las cuales se interrogará al objeto de investigación que se está construyendo.

Para ser más específicos podemos poner como ejemplo que una tesis se plantea, como uno de sus objetivos principales, **contribuir a la construcción de nuevos conocimientos en alguna disciplina, o campo del saber**, esto supone, de alguna manera, el conocimiento de lo ya existente en la materia que se va trabajar, dado que no se puede procurar aportar nuevos conocimientos si no se tiene una idea acabada respecto de los que ya se produjeron. En este sentido, dar cuenta del Estado del Arte significa explicar que se ha investigado hasta ahora en relación con nuestro tema específico de estudio, intentado distinguir, además, el modo en que nuestra investigación puede significar un enriquecimiento de los conocimientos existentes y no una mera reiteración de estudios anteriores. Esto último redundará sin duda en una mejor precisión del problema y en la formulación de preguntas de investigación apropiadas, por otro lado esta investigación documental nos permite conocer si existen marcos teóricos, datos empíricos o formulaciones conceptuales sobre el tema que estamos estudiando. También nos proporciona información sobre metodología, diseños instrumentales más utilizados

y técnicas de recogidas de datos, lo que facilitará la identificación y comprensión de estrategias y procedimientos de investigación. Los fines de este recorrido son, entre otros, contar con un cúmulo teórico y metodológico organizado y jerarquizado de manera que se puedan determinar las constantes, las inconsistencias, las tendencias y los posibles núcleos problemáticos de interés, tanto científico como social, sobre los cuales se deben encaminar los nuevos proyectos de investigación. La otra posibilidad que ofrece es que permite con sentido prospectivo los nuevos campos de investigación.²

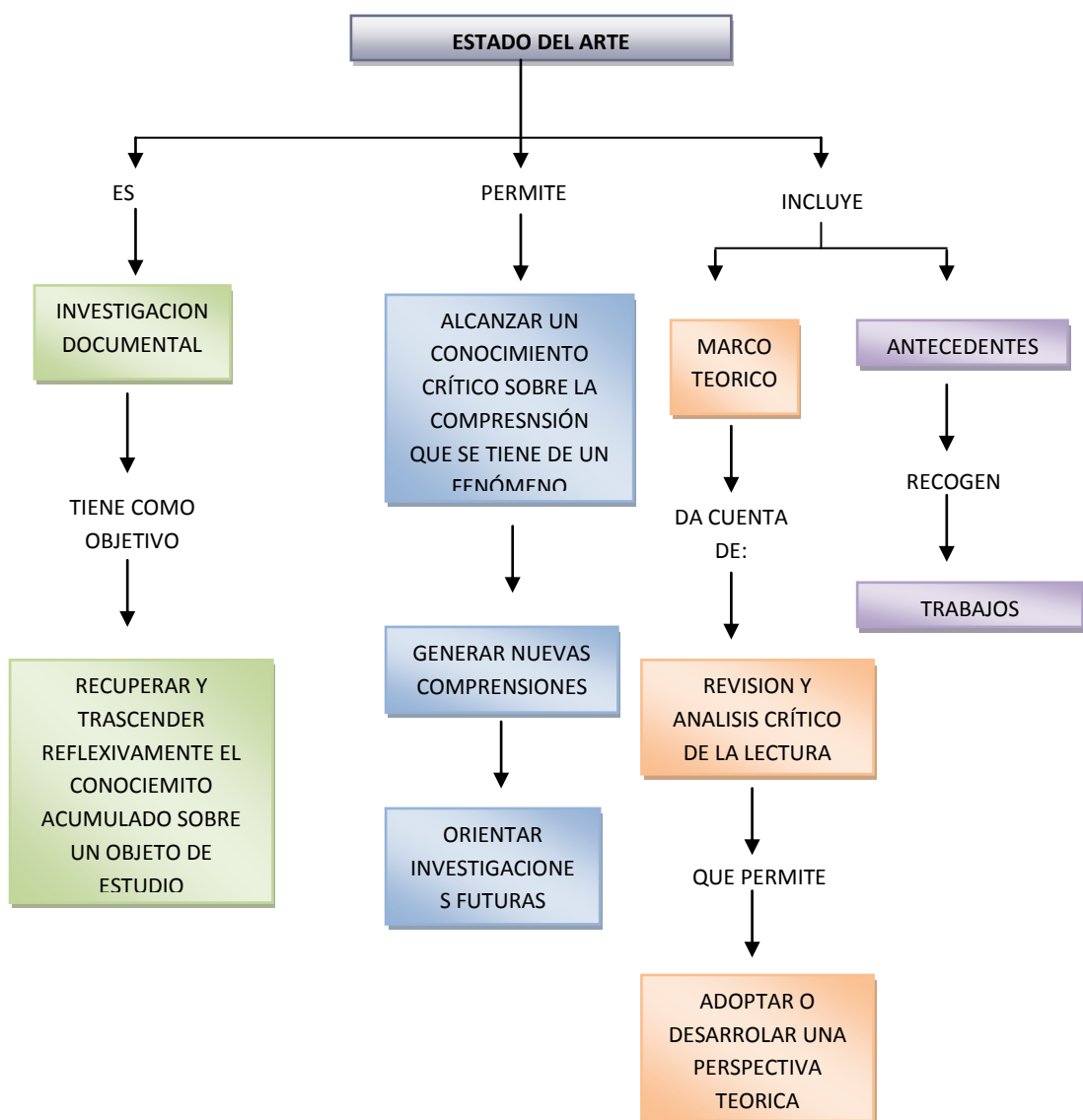


Fig. 2.1 Estado del Arte

Fuente: http://cmap.upb.edu.co/rid=1190396338703_509078943_1929/ESTADO%20DEL%20ARTE%20GRAL.cm

ap

¹http://perio.unlp.edu.ar/seminario/nivel2/nivel3/el%20estado%20del%20arte_silvina_souza.pdf

²http://metodologia_investigacion.webs.com/estadodelarte.htm

2.2 HISTORIA Y EVOLUCIÓN DE LA INGENIERÍA

2.2.1 Historia de la Ingeniería Industrial

Lo que hoy es la Ingeniería Industrial y lo que aspira ser al futuro está determinado por lo que ha sido antes, la Ingeniería Industrial tuvo sus raíces en la Revolución Industrial, surgió como disciplina separada y fue formalizada al final del siglo XIX y comienzos del siglo XX, y alcanzo su madurez después de la segunda guerra mundial.³

2.2.2 La Revolución Industrial:

La **Revolución industrial** fue un periodo histórico comprendido entre la segunda mitad del siglo XVIII y principios del XIX, en el que Gran Bretaña en primer lugar y el resto de Europa continental después sufren el mayor conjunto de transformaciones socioeconómicas, tecnológicas y culturales de la historia de la humanidad, desde el neolítico. La economía basada en el trabajo manual fue reemplazada por otra dominada por la industria y la manufactura. La Revolución comenzó con la mecanización de las industrias textiles y el desarrollo de los procesos del hierro. La expansión del comercio fue favorecida por la mejora de las rutas de transportes y posteriormente por el nacimiento del ferrocarril. Las innovaciones tecnológicas más importantes fueron la máquina de vapor y la denominada *Spinning Jenny*, una potente máquina relacionada con la industria textil. Estas nuevas máquinas favorecieron enormes incrementos en la capacidad de producción. La producción y desarrollo de nuevos modelos de maquinaria en las dos primeras décadas del siglo XIX facilitó la manufactura en otras industrias.⁴

2.2.2.1 La Primera Revolución Industrial

2.2.2.1.1 Antiguo Sistema

En cuanto a política la forma del estado durante el antiguo régimen es la monarquía absoluta. El rey considera que su poder es de origen divino (Dios ha delegado en él) y, por tanto, ilimitado (sólo responden ante Dios). Los monarcas absolutos concentran en sus manos el poder legislativo, el ejecutivo y el judicial, mandan sobre el ejército y todas las instituciones del estado. El estado en su conjunto, incluyendo sus habitantes-súbditos, no son sino una propiedad personal del Rey.⁵

³H. B. MAYNAR, J. M. VALLHONRAT, 1985 Manual de Ingeniería y Organización Industrial. Edit. Reverté, 3ra Edición

⁴http://es.wikipedia.org/wiki/Revoluci%C3%B3n_Industrial

⁵<http://www.monografias.com/trabajos12/revin/revin.shtml>

La industria más extendida era la artesanal y de carácter familiar, desde el punto de vista tecnológico casi no había máquinas y por tanto la producción era meramente manual. Para que sea rentable una inversión en el área industrial había que tener suficiente demanda y para el desarrollo industrial este impedimento estaba en primer lugar, el poco crecimiento demográfico que hacía que no aumentara la demanda de productos; en segundo lugar la desorganización financiera y la falta de capital; y por último lugar la intervención de los poderes políticos que con altos impuestos impedían el desarrollo productivo y bajaba el interés privado para la inversión⁶

2.2.2.1.2 La Revolución Agrícola

A partir del primer tercio del siglo XVIII, los sistemas de explotación tradicional fueron modificándose como consecuencia de la aparición paulatina de innovaciones técnicas y de cambios en la distribución de la propiedad. Estas novedades se experimentaron por primera vez en el este de Inglaterra (en el condado de Norfolk) y se difundieron después a los países de mediterráneos, las innovaciones fueron más tardías y consistieron, sobre todo, en una mejora, diversificación y ampliación de los regadíos. En la Europa septentrional, el barbecho fue sustituido por la rotación de cultivos complementarios. Los tubérculos (nabos, papas) y los forrajes (trébol), para alimentar el ganado, podían ser introducidos en las rotaciones sin agotar la tierra, intercalándose con el cereal, según el siguiente ciclo: trigo-nabos-cebada-trébol. De este modo, la tierra se regeneraba sin necesidad de dejar de producir.

Junto con la papa, otros productos originarios de América, y ya conocidos con anterioridad, se difundieron en este periodo.

Es el caso del maíz, empleado como forraje, o los pimientos, cultivados en huertas. La supresión del barbecho supuso la desaparición del sistema de explotación colectiva, basada en la división de hojas, y también del ganado que pastaba en los rastrojos. Éste fue sustituido por la ganadería en establos, alimentada ahora con el forraje cosechado simultáneamente, se produjo una reforma de la estructura de propiedad de la tierra. En Gran Bretaña, el parlamento aprobó las leyes de crecimiento "Enclosure Acts", por las que se legalizaron múltiples apropiaciones realizadas por los grandes terratenientes en las tierras comunales – montes y bosques– para su presunta mejora o puesta en cultivo. En Francia o España, las tierras de la Iglesia fueron expropiadas, subastadas y adquiridas por la nobleza y la burguesía, se produjo así una concentración parcelaria, que permitió ampliar el tamaño de las parcelas y hacer rentable de este modo la mecanización de las explotaciones.

⁶<http://www.monografias.com/trabajos12/revin/revin.>

La sembradora de Jethro Tull (1730) permitía ahorrar semillas y mano de obra. La segadora de Mackormirck (1830), tirada inicialmente por caballos, realizaba el trabajo equivalente de un elevado número de personas provistas de las tradicionales hoces y guadañas. La trilladora de Turner (1831) quitaba el trabajo a decenas de jornaleros, separando eficazmente la paja del grano. Su introducción en los campos ingleses provocó en la década de las treinta una serie de revueltas campesinas que, entre otras ocasiones, llevaron a la destrucción de estas máquinas.⁷

2.2.2.1.3 La revolución demográfica

El aumento de la producción en el campo conlleva una mejora de la vida diaria, la gente ya no muere de hambre ante una mala cosecha como en la etapa anterior ya que hay alimentos de sobra para todos, debido a esto en Inglaterra se va a entrar en otro ciclo demográfico, si el Antiguo Régimen se caracterizaba por la alta natalidad y la alta mortalidad (crecimiento lento, régimen demográfico antiguo), ahora se pasa a otro modelo demográfico caracterizado por la alta natalidad y la baja mortalidad, el crecimiento será, por tanto, muy rápido. Eso va influir también en la industrialización ya que la existencia de abundantes mercados (un gran número de consumidores) va a incentivar el desarrollo industrial.

2.2.2.1.4 El crecimiento de los medios financieros

Para que se produzca la industrialización es necesario que haya una gran concentración de capitales, las máquinas y la infraestructura para instalar una industria son tan costosas que con el capital de una sola familia es imposible comprarlos, es necesario echar mano de instituciones que adelanten ese capital, nos referimos, evidentemente, a los bancos.

En la Inglaterra de finales del XVIII y principios del XIX se ha producido esa importante acumulación de capitales, ya hemos visto como la Revolución Agrícola ha generado capitales importantes, por otro lado la tradicional actividad económica de la burguesía británica, el comercio, genera también⁸

2.2.2.1.5 La revolución de los transportes

El desarrollo de los transportes es muy reciente. Los primeros ferrocarriles aparecen en el siglo XIX, así como los primeros barcos de vapor, pero será el automóvil de motor de explosión, el barco de casco de acero y el desarrollo de la aviación los inventos que revolucionarán el mundo del transporte.

⁷ <http://www.monografias.com/trabajos12/revin/revin>.

⁸ <http://www.slideshare.net/gagoromero/unidad-4-la-revolucin-industrial-1847656>

El ferrocarril es el medio de transporte de la primera revolución industrial. Gracias a él se desarrollan los mercados nacionales e internacionales únicos⁹. El desarrollo del motor de vapor impulsó la idea de crear locomotoras de vapor que pudieran arrastrar trenes por líneas. La primera fue patentada por James Watt en 1769 y revisada en 1782, pero los motores eran demasiado pesados y generaban poca presión como para ser empleados en locomotoras. En 1804, utilizando un motor de alta precisión, Richard Trevithick presentó la primera locomotora capaz de arrastrar un tren en Merthyr Tydfil (Reino Unido). Realizada junto a Andrew Vivian, la prueba tuvo un éxito relativo, ya que la locomotora rompió los frágiles raíles de chapa de hierro. En 1811, John Blenkinsop diseñó la primera locomotora funcional que se presentó en la línea entre Middleton y Leeds. La locomotora, denominada *Salamanca*, se construyó en 1812. En 1825, George Stephenson construyó la *Locomotion* para la línea entre Stockton y Darlington, al noreste de Inglaterra, que fue la primera locomotora de vapor en fraccionar trenes de transporte público. En 1829 también construyó la locomotora *The Rocket*. El éxito de estas locomotoras llevó a Stephenson a crear la primera compañía constructora de locomotoras de vapor que fueron utilizadas en las líneas de Europa y Estados Unidos.¹⁰

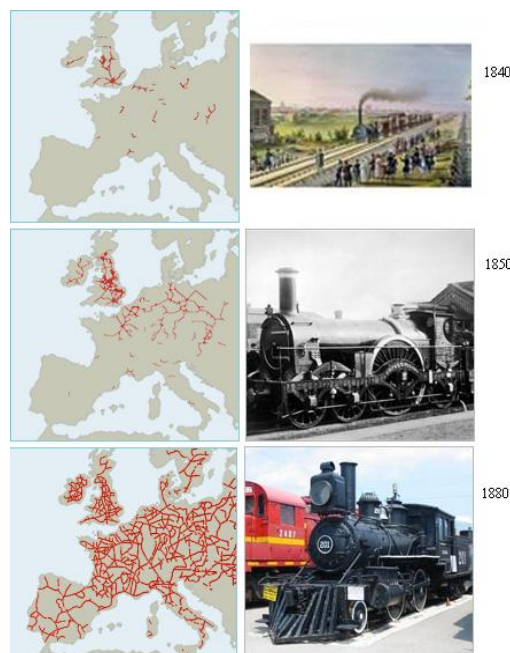


Fig. 2.2 La expansión del ferrocarril en Europa

Fuente: http://recursostic.educacion.es/kairos/web/enseanzas/bachillerato/mundo/revolindustrial_06_02.html

2.2.2.1.6 Disponibilidad de fuentes de energía y materias primas

⁹ <http://pastranec.net/historia/ciencia/xxtransporte.htm>

¹⁰ <http://es.wikipedia.org/wiki/Ferrocarril#Historia>

Son dos condiciones básicas que debe cumplir un país para que se produzca la industrialización. Recordemos que industria es el proceso por el cual una materia prima en estado bruto se transforma en un producto elaborado y apto para el consumo mediante un proceso en el que intervienen máquinas. Inglaterra dispone de una materia prima abundante para su industria textil, el algodón, algodón que obtiene de sus colonias o bien lo compra en otros países; para el caso de la industria siderúrgica (transformación del hierro) dispone de hierro que obtiene en su propio suelo y en el exterior.

Pero las máquinas no se mueven solas, al principio son movidas por las turbinas que se situaban en los saltos de agua, esto hacía que las primeras industrias se situarían en los cursos altos de los ríos, pero con la aparición de la máquina de vapor sólo se necesita carbón y Gran Bretaña dispone de unas reservas importantes de hulla, este hecho va a favorecer el desarrollo de la industria.

2.2.2.1.7 La mecanización de la industria

Es uno de los requisitos necesarios para que se produzca la industrialización, Inglaterra se puso a la cabeza en la innovación tecnológica, a eso contribuye el sistema educativo, desde hacía tiempo en Inglaterra se habían creado universidades que favorecían el estudio de carreras técnicas y esto dio sus frutos.

La novedad no está sólo en la aparición de máquinas, está también en que debido a su peso, a su elevado coste y a que deben aprovechar la misma energía para su funcionamiento, esto se debería alojar en edificios especiales llamados fábricas, y estas fábricas situarse en una zona de fácil acceso a las materias primas, los transportes, el mercado, las fuentes de energía. En la industria siderúrgica cobró mucha importancia el horno *Bessemer* que fundía el hierro a una temperatura altísima y así se eliminaban muchas impurezas y se producía un metal de una calidad excepcional. Pero el verdadero protagonista en esta revolución de las máquinas es la utilización de la *máquina de vapor* de James Watt. Consiste en una gran caldera de agua que calentada a altas temperaturas mediante carbón genera un vapor de agua sometido a fuertes presiones que produce movimiento este fue el motor que mueva las nuevas máquinas.

La máquina de vapor se aplicó además de a las máquinas a la navegación, así Robert Fulton invento la navegación a vapor, los barcos ya no dependían del viento para su desplazamiento.

Robert Stephenson aplica la máquina de vapor a una vagoneta montada sobre unos raíles de hierro que tradicionalmente se habían usado para sacar el carbón de las minas, surge así el ferrocarril que revolucionará el panorama industrial inglés. El tren

fue básico para el transporte de productos debido a su gran capacidad de carga, las vías de hierro son duraderas y además pondrá rápidamente en contacto regiones alejadas, con este invento cambian la industria y el comercio de los países. En Inglaterra se inicio la construcción de vías férreas y se llegó a construir una tupida red de ferrocarriles.

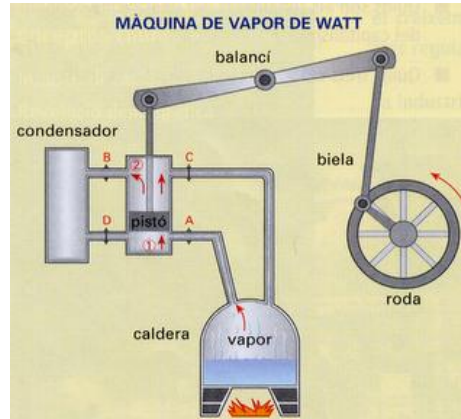


Fig. 2.3 Máquina de vapor de Watt.

Fuente: <http://www.tecnologias.us/JAMES%20WATT%20Y%20LA%20MAQUINA%20DE%20VAPOR.htm>

2.2.2.1.8 Consecuencias de la Revolución Industrial

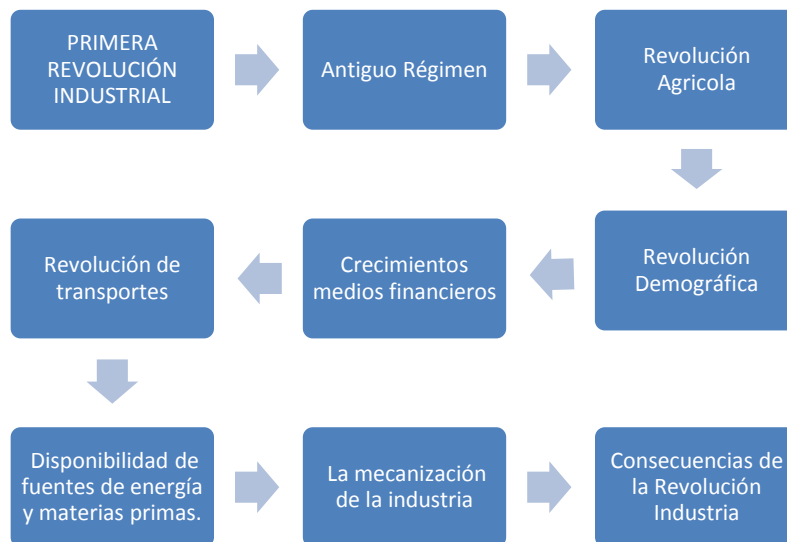
En primer lugar se puede hablar de consecuencias económicas y se refiere a que la producción aumentado muchísimo con el empleo de la mecanización, esto además hizo que se dé la reducción el coste de los productos. Se produjo también una separación definitiva entre los propietarios de los bienes de producción (los dueños de la fábrica) y los asalariados, separación que no era tan evidente en los talleres en la época del Antiguo Régimen. Desde el punto de vista social también se produjo importantes transformaciones. La burguesía accedió al poder político y de clase dominada pasa a dominante, acabando así la sociedad estamental tradicional e iniciándose la sociedad de clases.¹¹ Como consecuencia de la industrialización, quedó formado en el planeta un "mercado mundial" de países dominantes, que producían productos elaborados, y países dependientes, proveedores de materias primas. El hecho de que siempre resultaran más caras las manufacturas que los productos con los que aquéllas estaban hechas hizo que quedara siempre un saldo favorable para los países industriales, que se expresaba en una dominación económica sobre los países que sólo suministraban las materias primas, dominación que terminaba siendo política.¹²

¹¹<http://www.slideshare.net/gagoromero/unidad-4-la-revolucin-industrial-1847656>

¹²http://www.elhistoriador.com.ar/articulos/mundo/segunda_revolucion_industrial.php



Fig. 2.4 Grandes transformaciones en Europa



En el siguiente gráfico podemos ver los 3 elementos clave de la revolución industrial

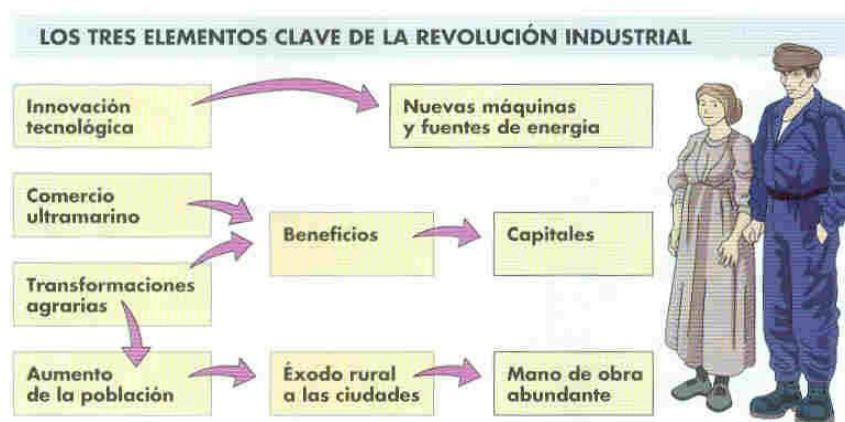


Fig. 2.5 Elementos claves de la Revolución Industrial

2.2.2.2 La Segunda Revolución Industrial

2.2.2.2.1 Las nuevas fuentes de energía el petróleo y la electricidad

Las principales características de esta segunda revolución industrial fueron la sustitución de la fuente de energía utilizada tradicionalmente como lo era la energía hidráulica para darle paso a la electricidad y el petróleo, que permitía instalar fábricas que no necesariamente estuvieran junto a una corriente de agua, así como también el uso de nuevas materias primas a partir de la utilización de los derivados del petróleo, que permitió se convirtiera en una fuente importante para la competencia, al disminuir costos y al acelerar la producción.

La producción en serie, surgida de la incorporación de la maquinaria, hizo que la producción se regulara no de acuerdo con la demanda, sino a lo que era capaz de hacer la máquina automática. A la vez, la fabricación en masa exigió de los obreros un trabajo especializado para la producción en serie, en que el individuo se dedica todo el día a una tarea simple y monótona, sin ninguna relación entre las demás fases que conforman el proceso de producción.

La electricidad se conocía desde la Antigüedad (efectos de los rayos y tormentas) pero no se podía producir industrialmente. Pero fue Volta, un científico italiano que descubrió la pila en el año 1800; y de Gramme que inventó la dínamo en 1872; pero de todos ellos el más importante fue Edison que puso en marcha la primera central eléctrica para la producción industrial de electricidad en 1882, de ahí se aplicará el invento a la bombilla incandescente, el teléfono, el telégrafo, los transportes.¹³

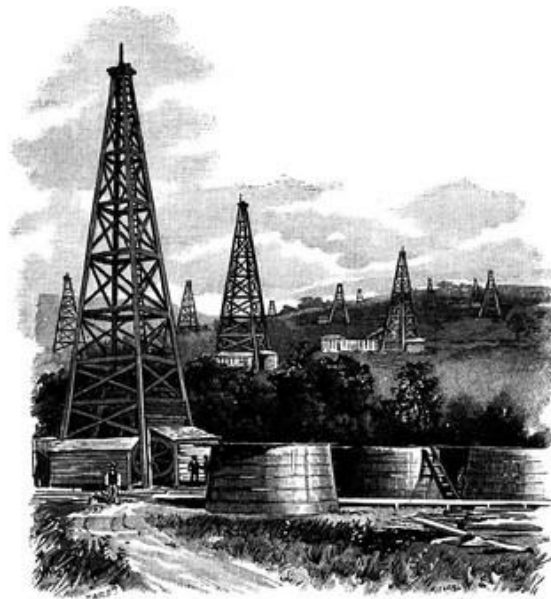


Fig. 2.6 Extracción de petróleo en el siglo XIX

Fuente: <http://www.educar.org/inventos/petroleo2.gif>

¹³<http://www.eumed.net/libros/2009b/546/Segunda%20Revolucion%20Industrial.htm>

2.2.2.2.2 La nueva industria de Hierro y Química

La producción de hierro aumentó y se mejoró la calidad de este metal al utilizar el convertidor Bessemer que producía hierro de buena calidad en grandes cantidades y a precios razonables, gracias a esto se dio respuesta a la gran demanda de hierro para los ferrocarriles, la navegación y la industria de guerra. De todas formas la novedad más importante fue la obtención y generalización del uso del aluminio, para su producción eran necesarias grandes cantidades de electricidad.

La acumulación de capitales generó también una fuerte inversión en la investigación científica en el campo de la industria química. Los nuevos descubrimientos revolucionarían la producción de fertilizantes, textiles, tintes y la de explosivos con la aparición de la dinamita.

2.2.2.2.3 El desarrollo de los transportes

En el último tercio del siglo XIX los transportes experimentaron un gran desarrollo en Europa y América del Norte. Las redes ferroviarias estaban concluidas en muchos países hacia 1870, se había invertido mucho dinero pero gracias a estas redes la producción crecería y se multiplicarían los intercambios comerciales. La navegación a vela fue sustituida por el vapor, lo que aumentaba la velocidad de los transportes; a esto hemos de añadir la apertura de nuevas rutas como en Panamá en 1914 que acortaron distancias e incidieron directamente en un abaratamiento de los costes de los productos. Por último la aparición del automóvil y de la aviación trajo consigo una auténtica revolución económica, fue preciso aumentar la producción siderúrgica y mejorar el trazado de carreteras, ello requirió un gran esfuerzo inversor y a la larga se aceleró el desarrollo económico.¹⁴

2.2.2.2.4 El auge del Capitalismo

Cuando a partir de las revoluciones liberales se asienta definitivamente la burguesía en el poder, tiene ya el poder económico y el poder político, crea leyes económicas que lógicamente favorecieron sus propios intereses; tales leyes se basan en la no- intervención del Estado en la economía, la ley de la oferta y la demanda como base de la regulación del mercado donde la mano de obra es tratada como una mercancía más. Señalar también que es la época del gran capital, que sin enormes inversiones es imposible hacer frente a la renovación tecnológica que exige la competencia, las

¹⁴<http://www.slideshare.net/gagoromero/unidad-4-la-revolucin-industrial-1847656>

de carácter familiar desaparecieron y los grandes bancos adquirieron cada vez más protagonismo. El volumen de intercambios comerciales experimentó también un gran desarrollo entre los años, 1870 y 1914 el comercio internacional casi se cuadruplicó. De todas las transacciones comerciales aproximadamente el 75 % eran realizadas por Europa. Este desarrollo comercial venía dado también por la profundización en los avances de esta II revolución industrial que generó productos elaborados en grandes cantidades y a precios muy asequibles.



2.3 NACIMIENTO DE LA INGENIERÍA INDUSTRIAL

Hay muchos escritos acerca de los pioneros de la administración industrial quienes surgieron en la revolución industrial, como se dijo anteriormente antes de la revolución industrial los bienes los insumos y todo lo que se necesitaba en gran parte se realizaban manualmente o como se dice sistema casero, en la segunda revolución industrial la administración de las fábricas en si no significaba un problema, los problemas surgieron cuando a medida que se inventaban nuevos aparatos o se descubrían nuevas fuentes de energía se tuvo la necesidad eminente de organizar las fábricas para poder aprovechar así todo el potencial que ofrecía las innovaciones.

Uno de los principales desarrolladores de la Ingeniería industrial y para algunos el padre de la misma sin duda fue Frederick W. Taylor, ingeniero norteamericano que ideó la organización científica del trabajo, nacido en el año de 1856 y muerto en 1915.

Procedente de una familia acomodada, Frederick Taylor abandonó sus estudios universitarios de Derecho por un problema en la vista y a partir de 1875 se dedicó a trabajar como obrero en una de las empresas industriales siderúrgicas de Filadelfia.

Su formación y su capacidad personal permitieron a Taylor pasar enseguida a dirigir un taller de maquinaria, donde observó minuciosamente el trabajo de los obreros que se encargaban de cortar los metales. Y fue de esa observación práctica de donde Frederick Taylor extrajo la idea de analizar el trabajo, descomponiéndolo en tareas simples, cronometrarlas estrictamente y exigir a los trabajadores la realización de las tareas necesarias en el tiempo justo.



Fig. 2.7 Frederick Taylor

Fuente http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/b7/Frederick_Winslow_Taylor.JPG/150px-Frederick_Winslow_Taylor.JPG

Este análisis del trabajo permitía, además, organizar las tareas de tal manera que se redujeran al mínimo los tiempos muertos por desplazamientos del trabajador o por cambios de actividad o de herramientas; y establecer un salario a destajo (por pieza producida) en función del tiempo de producción estimado, salario que debía actuar como incentivo para la intensificación del ritmo de trabajo. La tradición quedaba así sustituida por la planificación en los talleres, pasando el control del trabajo de manos de los obreros a los directivos de la empresa y poniendo fin al forcejeo entre trabajadores y empresarios en cuanto a los estándares de productividad, en 1911 publica su libro titulado *“The Principles of Scientific Management”* en este libro creó lo que él llamó ***“La fórmula para máximas producciones”*** donde el concepto principal era ***“la máxima producción se obtiene cuando un trabajador se le asigna una tarea definida***

¹⁵ http://www.biografiasyvidas.com/biografia/t/taylor_frederick.htm

para desempeñarla en un tiempo determinado y de una manera definida”¹, aunque este concepto ha cambiado sigue siendo uno de los primeros conceptos más influyentes en la historia de la Ingeniería Industrial,

Posteriormente Frank Gilbreth y Lillian Gilbreth hicieron su contribución a la idea de Taylor al crear el método “*Therbligs*” (Gilbreth escrito al revés) en el que identificaron y aislaron 17 pasos elementales que se realizan en casi todas las actividades humanas, cada uno de estos therbligs o movimientos se debían lograr en un rango definido de tiempo, los 17 therbligs se dividen en efectivos e inefectivos, los therbligs efectivos son lo que, directamente, hacen progresar la operación. Estos therbligs podrían acortarse algunas veces, pero de hecho es difícil eliminarlos por completo. Los therbligs inefectivos no hacen avanzar el proceso de trabajo y deben ser eliminados, aplicándoles los principios de análisis de la operación del estudio de movimientos.

Alcanzar va casi siempre precedido de soltar y seguido de:

1. BUSCAR: Es el elemento básico de la operación empleada para localizar un objeto. Es la parte del ciclo durante la cual, los ojos o las manos andan a tientas, en busca del objeto.
2. SELECCIONAR: Es el therblig que se efectúa cuando el operario escoge una parte de entre dos o más análogas.
3. SUJETAR: Sujetar es el movimiento elemental que hace la mano, al cerrar los dedos contra una parte, en una operación.
4. ALCANZAR: Representa el movimiento de una mano vacía, sin resistencia, hacia, o desde un objeto.
5. MOVER: Es la división básica para significar el movimiento de una mano con un peso. El peso puede tomar la forma de presión. Mover fue llamado en un principio “transporte con carga”.
6. SOSTENER: Sostener es la división básica que tiene lugar, cuando cualquiera de las dos manos soporta o mantiene bajo control un objeto, mientras la otra mano ejecuta trabajo útil.
7. SOLTAR: Soltar tiene lugar cuando el operador abandona el control del objeto. Soltar es el Therblig que se ejecuta en más corto tiempo y es muy poco lo que puede hacerse para mejorar el tiempo en que se ejecuta este therblig objetivo.
8. COLOCAR: Colocar es un elemento de trabajo que consiste en colocar un objeto, de modo que quede orientado en un sitio específico.
9. COLOCACIÓN PREVIA: Colocación previa es un elemento de trabajo que consiste en colocar un objeto en un sitio predeterminado, de manera que pueda sujetar en la posición en que tiene que ser sostenido, cuando se le necesite.

10. INSPECCIONAR: Inspeccionar es un elemento de la operación, que efectúa el operador para asegurarse de que ha producido un objeto de aceptable calidad.
11. ENSAMBLAR: Ensamblar es la división básica que tiene lugar, cuando se unen dos partes correspondientes. Este es otro therblig objetivo y puede ser más fácilmente mejorado, que eliminado.
12. DESENSAMBLAR: Es lo contrario de ensamblar y tiene lugar, cuando dos partes correspondientes se separan.
13. USAR: Usar es un Therblig completamente objetivo y tiene lugar cuando, una o las dos manos controlan un objeto, durante el tiempo en que se ejecuta el trabajo productivo.
14. RETRASOS INEVITABLES: Retrasos inevitables son, las interrupciones que el operador no puede evitar, en la continuidad del trabajo.
15. RETRASOS EVITABLES: Todo tiempo muerto que ocurre durante el ciclo de trabajo y del que solo el operario es responsable, ya sea intencional o no intencionalmente, se ha clasificado bajo el nombre de Retrasos Evitables.
16. PLANEAR: El therblig planear es un proceso mental, cuando el operador se detiene para determinar la acción que debe seguir.
17. DESCANSO PARA SOBRELLEVAR LA FATIGA: Esta clase de retrasos aparece muy rara vez en cada ciclo, pero sí, periódicamente, como necesidad que experimenta el operario, de reponerse de la fatiga.¹⁶



Fig. 2.8 Frank Gilbreth y Lillian Gilbreth

Fuente <http://www.xtimeline.com/evt/view.aspx?id=868118>

¹⁶<http://www.buenastareas.com/ensayos/17-Movimientos-De-Gilbreth/1259144.html>

Otros personajes que contribuyeron fueron Henri Fayol y Harrington Emerson defensor de las operaciones eficientes y del pago de premios para el incremento de la producción

El modelo administrativo de Fayol se basa en tres aspectos fundamentales: la división del trabajo, la aplicación de un proceso administrativo y la formulación de los criterios técnicos que deben orientar la función administrativa. Para Fayol, la función administrativa tiene por objeto solamente al cuerpo social: mientras que las otras funciones inciden sobre la materia prima y las máquinas, la función administrativa sólo obra sobre el personal de la empresa. Fayol resumió el resultado de sus investigaciones en una serie de principios que toda empresa debía aplicar: la división del trabajo, la disciplina, la autoridad, la unidad y jerarquía del mando, la centralización, la justa remuneración, la estabilidad del personal, el trabajo en equipo, la iniciativa, el interés general, etc.

Hizo grandes contribuciones a los diferentes niveles administrativos. Escribió *Administration industrielle et générale*, el cuál describe su filosofía y sus propuestas.

Las seis funciones básicas de la empresa

Fayol dividió las operaciones industriales y comerciales en seis grupos:

1. **Funciones Técnicas:** Relacionadas con la producción de bienes o de servicios de la empresa.
2. **Funciones Comerciales:** Relacionadas con la compra, venta e intercambio.
3. **Funciones Financieras:** Relacionadas con la búsqueda y gerencia de capitales.
4. **Funciones de Seguridad:** Relacionadas con la protección y preservación de los bienes de las personas.
5. **Funciones Contables:** Relacionadas con los inventarios, registros balances, costos y estadísticas.
6. **Funciones Administrativas:** Relacionadas con la integración de las otras cinco funciones. Las funciones administrativas coordinan y sincronizan las demás funciones de la empresa, siempre encima de ellas.¹⁷

¹⁷ http://es.wikipedia.org/wiki/Henri_Fayol



Fig. 2.9 Henry Fayol

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos78/administracion-seguridad-integral/administracion-seguridad-integral2.shtml>

Como dijimos anteriormente Harrington Emerson fue uno de los defensores del trabajador y por eso tenía como concepto principal el de pagar premios para el incremento de la producción y defensor de las operaciones eficientes Emerson fue uno de los principales auxiliares de Taylor, buscó simplificar los métodos de estudios y de trabajo de su maestro. Fue el hombre que popularizó la administración científica y desarrolló los primeros trabajos sobre selección y entrenamiento de los empleados. Los principios de rendimiento formulados por Emerson se describen en su libro “*The Twelve Principles of Efficiency*” siendo los siguientes:

1. **Ideales definidos:** Todas las personas en una empresa son importantes y por eso se tanto desde el nivel más bajo hasta el gerencial deben conocer los objetivos de la organización y darlos a conocer a todas las personas que trabajen en ellos.
2. **Sentido común:** El gerente deberá, con base en sus ideales, investigar los problemas en forma general así poderlos apreciar de mejor manera y tomar las mejores decisiones.
3. **Asesoría competente:** El gerente deberá ser asesorado y contar con un consejo acertado y calificado en cualquier lugar y a cualquier hora.
4. **Disciplina:** debe existir un apego estricto a los reglamentos.
5. **Trato justo:** en esencia, esto requiere de cuatro cualidades gerenciales; comprensión, imaginación, honestidad y justicia social en el trabajo.
6. **Registros confiables, inmediatos y adecuados:** los registros proporcionan datos y los datos es información, mediante esta información se toman

decisiones por esto la importancia de tener registros exactos inmediatos y adecuados.

7. **Distribución de las órdenes de trabajo:** las organizaciones deben formular técnicas eficaces de plazos y control de la producción.
8. **Estándares y programas:** Debe existir un método y una agenda para la ejecución de las tareas. Esto se puede lograr mediante estudios de tiempos y movimientos, establecimiento de normas de trabajo y ubicación adecuada de cada trabajador en las tareas que han de realizarse.
9. **Condiciones:** la estandarización de condiciones reducirá el desperdicio, mediante la preservación del esfuerzo y el dinero.
10. **Operaciones estándar:** La estandarización de operaciones, en todo tiempo y lugar posibles, elevará grandemente la eficiencia.
11. **Instrucción de la práctica estándar por escrito:** las instrucciones escritas sobre operaciones estandarizadas, que se actualicen constantemente, pueden dar por resultado un avance rápido hacia el objetivo.
12. **Recompensa a la eficiencia:** la eficiencia debe recompensarse, por lo que se deben fijar incentivos al mayor rendimiento a la eficiencia.¹⁸

No cabe duda que los 12 principios expuestos por Emerson en 1911 son tan válidos hoy como lo fueron entonces.

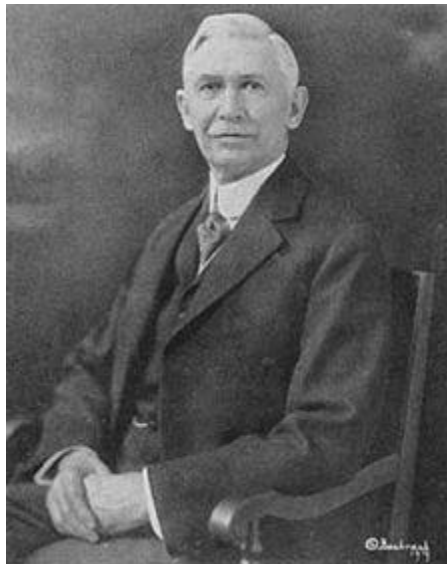


Fig. 2.10 Harrington Emerson

Fuente: http://www.vectorstudy.com/management_gurus/emerson_harrington.htm

¹⁸<http://lagerenciamedernaenlasorganizaciones.blogspot.com/2011/05/harrington-emerson-y-sus-12-principios.html>

No se podría dejar a un lado a Henry Ford dicho método, inspirado en el modo de trabajo de los mataderos de Detroit, se dio cuenta en una carnicería que toda la carne para ser procesada llegaba al carnicero minimizando el tiempo de producción, es aquí donde Henry Ford hace la adaptación a su empresa reduciendo costes aumentando eficiencia, Ford introdujo en sus plantas en 1913 las cintas de ensamblaje móviles, que permitían un incremento enorme de la producción, consistía en instalar una cadena de montaje a base de correas de transmisión y guías de deslizamiento que iban desplazando automáticamente el chasis del automóvil hasta los puestos en donde sucesivos grupos de operarios realizaban en él las tareas encomendadas, hasta que el coche estuviera completamente terminado. El sistema de piezas intercambiables, ensayado desde mucho antes en fábricas estadounidenses de armas y relojes, abarataba la producción y las reparaciones por la vía de la estandarización del producto.¹⁹

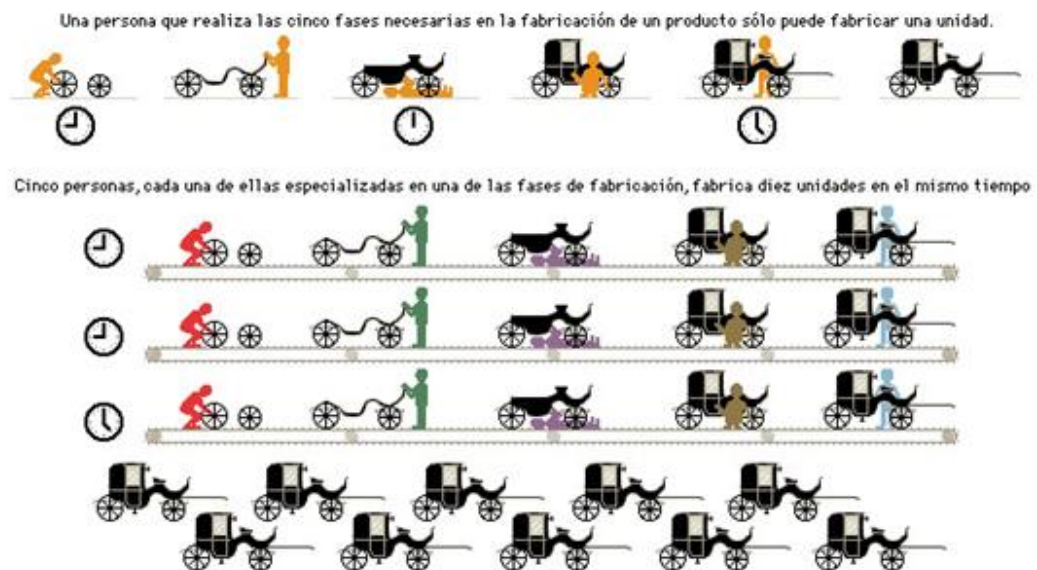


Fig. 2.11 Aumento de producción en la cadena de la fábrica de Ford

Fuente: <http://historiahervas.wordpress.com/category/uncategorized/>

¹⁹ http://es.wikipedia.org/wiki/El_Caso_Ford



Fig. 2.7 Henry Ford

Fuente <http://cultureonvideos.blogspot.com/2011/01/grandes-empresarios-siglo-xx1-henry.html>

2.4 LA INGENIERÍA INDUSTRIAL MODERNA

Henry Fayol se lo considera como el padre de la teoría moderna de la administración operacional, El era uno de los hombres más importante en los complejos industriales mineros metalúrgicos franceses y escribió su informe como un análisis de la estructura y proceso de la dirección tal y como se veía desde su nivel. Implantó dos principales categorías de conceptos y actividades denominados "principios de dirección" y "deberes directivos".

Principios de Dirección.

- 1. División del Trabajo:** Cuanto más se especialicen las personas, con mayor eficiencia desempeñarán su oficio. Este principio se ve muy claro en la moderna línea de montaje.
- 2. Autoridad:** Los gerentes tienen que dar órdenes para que se hagan las cosas. Si bien la autoridad formal les da el derecho de mandar, los gerentes no siempre obtendrán obediencia, a menos que tengan también autoridad personal (Liderazgo).
- 3. Disciplina:** Los miembros de una organización tienen que respetar las reglas y convenios que gobiernan la empresa. Esto será el resultado de un buen liderazgo en todos los niveles, de acuerdos equitativos (tales disposiciones para recompensar el rendimiento superior) y sanciones para las infracciones, aplicadas con justicia.
- 4. Unidad de Dirección:** Las operaciones que tienen un mismo objetivo deben ser dirigidas por un solo gerente que use un solo plan.
- 5. Unidad de Mando:** Cada empleado debe recibir instrucciones sobre una operación particular solamente de una persona.

6. Subordinación de interés individual al bien común: En cualquier empresa el interés de los empleados no debe tener prelación sobre los intereses de la organización como un todo.

7. Remuneración: La compensación por el trabajo debe ser equitativa para los empleados como para los patronos.

8. Centralización: Fayol creía que los gerentes deben conservar la responsabilidad final pero también necesitan dar a sus subalternos la autoridad suficiente para que puedan realizar adecuadamente su oficio. El problema consiste en encontrar el mejor grado de Centralización en cada caso.

9. Jerarquía: La línea e autoridad en una organización representada hoy generalmente por cuadros y líneas de un organigrama pasa en orden de rangos desde la alta gerencia hasta los niveles más bajos de la empresa.

10. Orden: Los materiales y las personas deben estar en el lugar adecuado en el momento adecuado. En particular, cada individuo debe ocupar el cargo o posición más adecuados para él.

11. Equidad: Los administradores deben ser amistosos y equitativos con sus subalternos.

12. Estabilidad del Personal: Una alta tasa de rotación del personal no es conveniente para el eficiente funcionamiento de una organización.

13. Iniciativa: Debe darse a los subalternos la libertad para concebir y llevar a cabo sus planes, aun cuando a veces se cometan errores.

14. Espíritu de Grupo: Promover el espíritu de equipo dará a la organización un sentido de unidad. Recomendaba por ejemplo el empleo de comunicación verbal en lugar de la comunicación formal por escrito, siempre que fuera posible.

En 1932, el término de "Ingeniería de Métodos" fue utilizado por H.B. Maynard y sus asociados, desde ahí las técnicas de métodos, como la simplificación del trabajo tuvo un progreso acelerado. Fue en la Segunda Guerra Mundial donde se impulso la dirección industrial con un método de rigor científico debido principalmente a la utilización de la Investigación de Operaciones. Asimismo la Ingeniería Industrial ha tenido un contacto con los campo de acción las producciones de bienes y servicios evolucionando desde la Ingeniería de Producción metal mecánica y química hasta cubrir otros procesos productivos de otros sectores económicos.

Los conceptos de Hombre - Máquina que inicialmente fija la acción de la Ingeniería Industrial, en la actualidad y en los años venidos se están viendo ampliadas a otros grandes conceptos como son:

- Hombre - Sistemas

- Hombre - Tecnología
- Hombre - Globalización
- Hombre - Competitividad
- Hombre - Gestión del Conocimiento
- Hombre - Tecnología de la Información
- Hombre - Biogenética Industrial
- Hombre - Automatización
- Hombre – Medio Ambiente
- Hombre – Robótica
- Hombre – Inteligencia Artificial

Esta conceptualización multidimensional, de la Ingeniería Industrial del futuro, cuyas nuevas bases, en esas y otras interrelaciones, se le comienza a denominar como "Campos Sistémicos de la Ingeniería Industrial" o (CSII), mismos que se prevé, se integrarán en un vasto campo de acción, por el desarrollo "Creativo y Tecnológico" y su versatilidad, no se fija límites para participar en cualquier producción terminal, de cualquier sector económico o área geográfica del país, implicando, de manera integral, un compromiso de responsabilidad hacia el bienestar de la Organización o Medio donde se actúa.

Asimismo, debe orientarse a la búsqueda de ideales o niveles de la excelencia, teniendo como objetivos básicos, los siguientes factores:

- Buscar los mejores niveles óptimos de economicidad.
- Incrementar la productividad y la calidad total.
- Impulsar la rentabilidad de los sistemas.
- Diseñar, mejorar, desarrollar sistemas integrales compuestos de hombres y conceptos CSII.
- Usar conocimientos especializados, matemáticos, físicos, de las ciencias sociales y de otras disciplinas interrelacionándolas junto con los principios y métodos del análisis y diseño de la ingeniería para señalar, producir y evaluar los resultados que se obtendrán de dichos sistemas.

Finalmente, es menester considerar que, si sólo el hombre ha pasado del uso de la energía nuclear, a la explosión Digital y Virtual, a partir de ahí, le espera un largo camino hacia las explosiones Universales de los Sistemas, donde el ²⁰

²⁰<http://www.buenastareas.com/ensayos/La-Ingenieria-Industrial-Moderna/2493602.html>

"Hombre - Conectividad" ya se hace una realidad a la vuelta de la esquina.

Por ello, el Ingeniero Industrial, debe dirigir su educación, conocimiento, entrenamiento y experiencia, dentro de los "Campos Sistémicos de la Ingeniería Industrial" y de las tecnologías.

Debe, asimismo, ser capaz de determinar los factores involucrados, en las producciones terminales, en los valores agregados, en los recursos relacionados con el hombre y en cualquier ámbito económico; de seguir fortaleciendo las instituciones humanas, para servir a la humanidad y sus premisas y prioridades, deben procurar el bien común del hombre, comprendiendo las leyes que rigen el funcionamiento de los Campos Sistémicos de la Ingeniería Industrial, y llevarlo a un nivel de vida, calidad y bienestar mejor.

Finalmente, que en los términos de necesidad, de creatividad, de causalidad y de competitividad, se establezca una dinámica de nuevas oportunidades, para los futuros profesionales de esta rama.

2.5 DISEÑO, OPERACIÓN Y CONTROL DE SISTEMAS PRODUCTIVOS

2.5.1 Como se organiza un Sistema Productivo

Producción: Se ocupa específicamente de la actividad de producción de artículos, es decir, de su diseño, su fabricación y del control del personal, los materiales, los equipos, el capital y la información para el logro de esos objetivos.

Operaciones: Es un concepto más amplio que el de producción. Se refiere a la actividad productora de artículos o servicios de cualquier organización ya sea pública o privada, lucrativa o no.

La gestión de operaciones, por tanto, engloba a la dirección de la producción.

Producto: Es el nombre genérico que se da al resultado de un sistema productivo y que puede ser un bien o un servicio. Un servicio es una actividad solicitada por una persona o cliente.²¹

2.5.2 Actividad productiva

Producir es transformar unos bienes o servicios (factores de producción o inputs) en otros bienes o servicios (outputs o productos).

²¹ <http://www.monografias.com/trabajos7/coad/coad.shtml>

Producir es también crear utilidad o aumentar la utilidad de los bienes para satisfacer las necesidades humanas. Entonces podemos decir que la actividad productiva no se limita a la producción física. Estas actividades se denominan actividades económicas productivas y son aquellas que consiguen que el producto tenga un mayor valor. El concepto de producción se divide en:

- **Producción en sentido genérico, económico o amplio:** es la actividad económica global que desarrolla un agente económico por la que se crea un valor susceptible de transacción.
- **Producción en sentido específico, técnico-económico o estricto:** es la etapa concreta de la actividad económica de creación de valor que describe el proceso de transformación.

2.5.3 Función de producción.

Es aquella parte de la organización que existe fundamentalmente para generar y fabricar los productos de la organización. La función de producción a su vez está formada por:

Proceso de transformación: es el mecanismo de conversión de los factores o inputs en productos u outputs.

Tarea: es una actividad a desarrollar por los trabajadores o máquinas sobre las materias primas.

- **Flujo de bienes:** son los bienes que se mueven de: una tarea a otra tarea; una tarea al almacén; el almacén a una tarea.
- **Flujos de información:** son las instrucciones o directrices que se trasladan.
- **Almacenamiento:** se produce cuando no se efectúa ninguna tarea y el bien o servicio no se traslada.

2.5.4 Factores de producción

Creativos: son los factores propios de la ingeniería de diseño y permiten configurar los procesos de producción.

- **Directivos:** se centran en la gestión del proceso productivo y pretenden garantizar el buen funcionamiento del sistema.
- **Elementales:** son los inputs necesarios para obtener el producto (output). Estos son los materiales, energía.

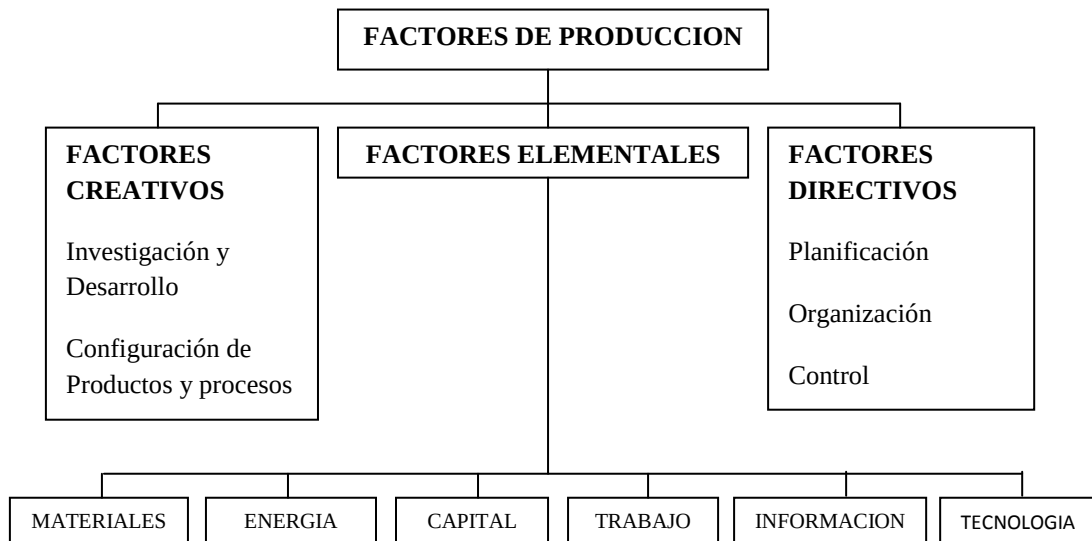


Fig. 2.12 Factores de Producción

Fuente <http://www.monografias.com/trabajos24/control-produccion/Image12614.gif>

Output o salidas: son los productos obtenidos o servicios prestados. Se producen también ciertos productos no deseados (residuos, contaminación, etc.).

Entorno o medioambiente: son todos aquellos elementos que no forman parte de la función de producción pero que están directa o indirectamente relacionados con ella.

Existen dos tipos:

Entorno genérico: Es todo aquello que rodea a la empresa o coincide con el entorno de la empresa. Por ejemplo: afectan las políticas, condiciones legales, la tecnología.

Entorno específico: Es el que engloba al resto de departamentos de la empresa.

Retroalimentación: es un mecanismo para conocer si se están cumpliendo los objetivos.²²

2.6 FUTURO DE LA INGENIERÍA INDUSTRIAL

2.6.1 Que es la empresa Fabril

Empresa Fabril Sustentable es la actividad esencial de la industria de transformación, consiste en procesar varias materias primas compradas y transformarlas

²² <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4010043/lecciones/3sistemasecon.htm>

en nuevos productos terminados. Algunas veces el cambio en las características físicas o químicas de las materias primas es total, y en otros casos resulta relativamente pequeño. Las materias primas que todavía no se han procesado se incluyen en un inventario de dichos materiales. En cualquier caso, el industrial no vende las materias primas idénticas a como las compra. Su costo de producción no es el precio de compra, sino el valor de manufactura de las materias primas en artículos que desea el consumidor, mediante el empleo de métodos fabriles. La función producción comprende desde la adquisición de la materia prima, su transformación, hasta la obtención del producto terminado. En el centro de la producción está la tecnología de las transformaciones. Cualquier proceso de producción puede concebirse como un sistema de insumo-producto, es decir, que la empresa fabril cuenta con un conjunto de recursos que denominamos insumos. Un proceso de transformación actúa sobre este conjunto y lo convierte en una forma modificada que son los productos. El proceso de fabricación está formado por una situación de corriente de entrada y potencial de salida. La corriente de entrada está constituida por las materias primas que se utilizan en el producto, la operación consiste en la conversión de las materias primas (junto con equipo, tiempo, mano de obra, dinero, dirección, etc.) en producto terminado, que constituye el potencial de salida ó producción

2.6.2 La Empresa Fabril Sustentable

El concepto de desarrollo sustentable o sustentable, no se centra, exclusivamente, en las cuestiones ambientales.

En términos más generales, las políticas de desarrollo sustentable consideran tres áreas: Económica, Ambiental y Social.

En relación con ello, varios textos de las Naciones Unidas, se refieren a los tres componentes del desarrollo sustentable referidos, que son el desarrollo económico, el desarrollo social y la protección del medio ambiente, como "pilares interdependientes que se refuerzan mutuamente".

La Declaración Universal sobre la Diversidad Cultural (UNESCO, 2001), profundiza aún más en el concepto, al afirmar que "... la diversidad cultural es tan necesaria para el género humano como la diversidad biológica para los organismos vivos".

Se convierte, entonces, en una de las raíces del desarrollo, entendido no sólo en términos de crecimiento económico sino, también, como un medio para lograr un balance más satisfactorio intelectual, afectivo, moral y espiritual. En esta visión, la diversidad cultural, es el cuarto ámbito de la política de desarrollo sustentable.

El "desarrollo verde", generalmente, es diferenciado del desarrollo sustentable, en que el desarrollo verde, puede ser visto en el sentido de dar prioridad a lo que algunos pueden considerar "sostenibilidad ambiental", sobre la "sostenibilidad económica y cultural". Sin embargo, el enfoque del "desarrollo verde", puede pretender objetivos a largo plazo inalcanzables.

Por ejemplo, una planta de tratamiento, de última tecnología, cuyos gastos de mantenimiento son muy altos, no puede ser sustentable en las regiones del mundo con menos recursos financieros. En este sentido, una planta de última tecnología "respetuosa con el medio ambiente", con altos gastos de operación, es menos sustentable que una planta rudimentaria, incluso, si es más eficaz desde un punto de vista ambiental.

Algunas investigaciones, parten de esta definición, para argumentar que, el medio ambiente, es una combinación de naturaleza y cultura. El concepto de "Desarrollo sustentable en un mundo diverso", trabaja en esta dirección, integrando capacidades multidisciplinarias e interpretando la diversidad cultural, como un elemento clave de una nueva estrategia, para el desarrollo sustentable.

En lo que al desarrollo industrial, particularmente en los países subdesarrollados o en vías de desarrollo se refiere, las ideologías liberales, hacen énfasis en la posibilidad de compatibilizar el crecimiento económico, con la preservación ambiental, mediante el aumento de la productividad (producir más, consumiendo menos recursos y generando menos residuos) y con la equidad social, para lograr la mejora general de las condiciones de vida de la población (lo que no siempre es posible, ni inmediato, en el mejor de los casos).

Algunas tendencias ecologistas, en contraste, hacen énfasis en las opciones del denominado "Crecimiento Cero" y pugnan por la aplicación estricta del "Principio de precaución", que consiste en dejar de realizar determinadas actividades productivas, en tanto no se demuestre que no son dañinas. Otros ecologistas, más radicales, defienden el decrecimiento económico, es decir, sostienen que, el respeto al medio ambiente, no es posible sin reducir la producción económica ya que, actualmente, se ha rebasado la capacidad de regeneración natural del planeta, tal y como demuestran las diferentes estimaciones de "huella ecológica". Además, también, cuestiona la capacidad del modelo de vida moderno, para producir bienestar. El reto estaría, de acuerdo con esta visión, en vivir mejor con menos.²³

El eco socialismo argumenta, por el contrario que, el capitalismo, al estar basado en el crecimiento y la acumulación constante de bienes, incrementando el ritmo de crecimiento, no es ecológicamente sustentable. No obstante, el desarrollo económico

²³ http://www.andragogy.org/_Cursos/Curso00181/Temario/Tema05/TEMA%205.pdf

No es necesariamente (según autores como Herman Daly) sinónimo de crecimiento económico, ni de desarrollo humano. Aun así, cualquier medida relativa a las actividades productivas, no sólo tiene efectos negativos o positivos sobre el medio ambiente y la economía de las empresas, sino que, también, influye en el empleo y, en consecuencia, en el tejido social.

Históricamente, la forma de pensar que dio lugar a la Revolución Industrial del siglo XIX, introdujo criterios, esencialmente, de crecimiento económico; en tal sentido, se produjo el acelerado desarrollo industrial, acicateado por las dos guerras mundiales y las necesidades de producción industrial intensiva, de tal modo que, hacia los años 1970, en los países desarrollados, se comenzó a tener conciencia de que, su prosperidad, se basa en el uso intensivo de recursos naturales finitos, y que, por consiguiente, además de las cuestiones económicas y sociales, un tercer aspecto estaba descuidado: el medio ambiente.

Por ejemplo, la “huella ecológica” mundial, excedió la capacidad "biológica" de la Tierra, para reponerse, desde mediados de los años 1970. En este sentido, para algunos analistas, el modelo de desarrollo industrial, bajo el modelo occidental, no es sustentable en términos medioambientales, lo que no permite un "desarrollo", de largo plazo. Los puntos críticos, son el agotamiento de los recursos naturales (como las materias primas y los combustibles fósiles), la destrucción y fragmentación de los ecosistemas, la pérdida de diversidad biológica, lo que reduce la capacidad de resistencia del planeta. Si se considera entonces, que, el desarrollo (industrial, agrícola, urbano) genera contaminaciones, tanto inmediatas, como pospuestas (por ejemplo, la lluvia ácida y los gases de efecto invernadero, mismos que contribuyen al cambio climático y a la explotación excesiva de los recursos naturales, o la deforestación de la selva tropical), resulta evidente que lo anterior, provoca una pérdida por el agotamiento de los combustibles fósiles y de las materias primas, lo que hace inminente el pico del petróleo y, de manera asociada, el agotamiento de muchos otros recursos naturales vitales.

Finalmente, al problema de la viabilidad, se añade el problema de la equidad: los pobres, son los que más sufren la crisis ecológica y climática y, se teme, que el deseo legítimo de crecimiento, de los en los países subdesarrollados, hacia un estado de prosperidad similar, basado en el modelos capitalista occidental, bajo principios equivalentes, implique una degradación aún más importante y acelerado de la biosfera. A manera de ejemplo: Si todas las naciones del mundo adoptaran el modo de vida americano (que consume casi la cuarta parte de los recursos de la Tierra para el 7% de la población), se necesitarían de cinco a seis planetas como la Tierra para abastecerlas. Y si todos los habitantes del planeta, vivieran con el mismo

nivel de vida que la media de Francia, se necesitarían al menos tres planetas como la Tierra.

2.7 EL INGENIERO INDUSTRIAL A MEDIANO PLAZO

Tal como se mencionó en el subtema anterior, desarrollo no significa, necesariamente, crecimiento económico, es decir, el tipo de actividad económica puede cambiar, sin incrementar la cantidad de bienes y servicios. Se dice, entonces que, el crecimiento económico, no sólo es compatible con el desarrollo sustentable, sino que es necesario para mitigar la pobreza, generar los recursos para el desarrollo y prevenir la degradación ambiental. La cuestión es, entonces, la calidad del crecimiento y cómo se distribuyen sus beneficios no sólo en términos de la mera expansión.

Con frecuencia, el desarrollo sustentable se define, también, como el desarrollo que mejora la atención de la salud, la educación y el bienestar social. Actualmente, se admite que, el desarrollo humano, es decisivo para el desarrollo económico y para la rápida estabilización de la población.

Algunos autores, han extendido aún más la definición de desarrollo sustentable, al incluir una rápida transformación de la base tecnológica de la civilización industrial, para la cual, señalan, es necesario que la nueva tecnología sea más limpia, de mayor rendimiento y ahorre recursos naturales, con el fin de poder reducir la contaminación, ayudar a estabilizar el clima y ajustar el crecimiento de la población y la actividad económica.

El hilo principal es, en este sentido, cambiar la orientación del desarrollo, desde el crecimiento económico hacia el desarrollo sustentable. El Ingeniero Industrial, de cara al futuro inmediato, debe tomar en cuenta tres puntos principales:

- Que los temas ambientales, sociales y económicos deben integrarse al desarrollo sustentable y, esto, trae un costo adicional que las empresas deben de pagar;
- Que, el desarrollo, debe involucrar a un mayor número de actores y no sólo al gobierno y a las empresas, sino que, para avanzar, deberá incluir también a la sociedad civil, en un triángulo de asociación de responsabilidades compartidas.
- Que, es importante, no sólo el resultado, sino el proceso del desarrollo y esto, debe fundamentarse en los Derechos Humanos.

²⁴http://www.andragogy.org/_Cursos/Curso00181/Temario/Tema05/TEMA%205.pdf

El desequilibrio político y socio-económico, hace que predomine una norma doble, en el desarrollo global de la actualidad; Se presiona, por un lado, a los países en desarrollo, a abrir sus mercados a la competencia extranjera, y sin embargo, enfrentan aranceles y otras barreras comerciales, cuando tratan de competir en los mercados extranjeros de los países industrializados. Como ejemplo están los aranceles de los países industrializados, que son altos para los productos procesados de la minería, pero bajos para la materia prima de la minería y , por ejemplo, en Europa, hay un subsidio de \$2USD/día para las vacas, mientras que miles de millones de personas, en todo el mundo, subsisten con menos de \$2USD/día.

Hay un desequilibrio igualmente terrible en el mundo y, como consecuencia, millones de personas están sufriendo.

No existe ningún mecanismo internacional para quejas donde la gente pueda acudir para buscar justicia. En la reunión del GBM en Dubái (septiembre de 2006), se resaltaron tales inequidades e injusticias.

Hacia el año 2020, sin embargo, las cosas deberán cambiar, de lo contrario, si continúan como están, los países se hundirán bajo las aguas, debido al calentamiento global causado por las emisiones de dióxido de carbono (CO₂).

Este es el panorama, inequitativo pero muy real, que enfrentará el Ingeniero Industrial, en los próximos años, consistente en lo fundamental, en conciliar el desarrollo industrial, en lo general, con la sustentabilidad y el proceso de reconversión fabril, bajo el criterio de “industria limpia”, siempre en función de las condiciones económicas nacionales, en el escenario de la globalidad, injustamente impuesta desde lo alto de los países más desarrollados.

2.8 EL INGENIERO INDUSTRIAL Y EL MEDIO AMBIENTE

Existen dos vertientes de las consideraciones ambientales, motivo de reflexión, análisis y pautas de trabajo, para el Ingeniero Industrial. La primera, en un plano particular, se refiere al medio ambiente de trabajo en la organización en que se desenvuelven en tanto que, la segunda, se relaciona con el impacto que, la industria en general, provoca en el medio ambiente global, desde la perspectiva económica, social y la propiamente ambiental.

La primera de ellas, se puede determinar, genéricamente, de la siguiente manera:

El medio de trabajo es el resultado de elementos como:

a) Progreso tecnológico: procedimientos nuevos en los sistemas de trabajo, por ejemplo, corte de metales con soplete de plasma.

- b) Diversidad de equipos que producen: ruidos, exhalaciones de gas, etc.
- c) Métodos modernos de organización de trabajo, como uso de cadenas de fabricación en las que intervienen una serie de equipos y sustancias nocivas.
- d) Disposición de plantas o distribución, adaptando el elemento físico de la fábrica a las condiciones de las actividades productivas.²⁵

Todo influye en el medio de trabajo, cuyas características condicionan la actividad laboral del individuo en gran parte. Entre dichas incidencias están:

El grado de insalubridad del medio de trabajo y contaminación por:

- Pérdida de gases en el equipo.
- Sustancias químicas y humos procedentes de los desperdicios.
- Hacinamiento de máquinas, equipo y material.
- Construcción sin tener en cuenta especificaciones técnicas para la distribución.
- Construcción sin considerar las especificaciones sanitarias.

Los riesgos a la salud en las industrias, que pueden requerir de la intervención de un control de ingeniería, acerca de los contaminantes atmosféricos (vapores, gases, polvos, humos, neblinas y emanaciones), ruido, energía radiada distinta del calor, condiciones insalubres, temperaturas y presiones altas o bajas y situación con respecto de la humedad, necesitan estudiarse, pues el control de cada uno de ellos, no es fácil de comprender, a pesar de ser altamente técnicos.

2.8.1 Contaminación atmosférica

Hay muchos procedimientos a considerar, para evitar la inhalación un aire contaminado y, por lo tanto, lleno de riesgos. Una, o probablemente varias, tendrán éxito para lograr el objetivo deseado. Estas son:

- a) Substitución, en el caso de compuestos peligrosos, con otros materiales menos tóxicos.
- b) Revisión del proceso u operación.
- c) Segregación de los procesos peligrosos.
- d) Efectuar las operaciones peligrosas en lugar cerrado.
- e) Ventilación del local mediante extractores.

²⁵ http://www.andragogy.org/_Cursos/Curso00181/Temario/Tema05/TEMA%205.pdf

- f) Diseño, alteración, mantenimiento, y buena limpieza de edificios y equipos.
- g) Ventilación general.
- h) Uso de métodos especiales, tales como el humedecimiento para el control del polvo.
- i) Equipo protector personal.
- j) Educación.

La segunda, en cambio, tiene diferentes niveles de atención y de intervención.

Desarrollo económico y social, respetuoso con el medio ambiente

En tanto objetivo clave del desarrollo sustentable, estriba en definir proyectos viables y reconciliar los aspectos económico, social y ambiental de las actividades humanas, tres factores que deben tenerse en cuenta, por parte de las comunidades, es decir, tanto empresas como personas:

- Económico: Funcionamiento financiero convencional, pero también con capacidad para contribuir al desarrollo económico en el ámbito de creación de empresas de todos los niveles.
- Social: Consecuencias sociales de la actividad de la empresa, en todos los niveles, o sea, los trabajadores (condiciones de trabajo, nivel salarial, etc.), los proveedores, los clientes, las comunidades locales y la sociedad en general, necesidades humanas básicas.
- Ambiental: Compatibilidad, entre la actividad social de la empresa y la preservación de la biodiversidad y de los ecosistemas. Incluye un análisis de los impactos del desarrollo social de las empresas y de sus productos, en términos de flujos, consumo de recursos difícil o lentamente renovables, así como en términos de generación de residuos y emisiones. La correcta y oportuna atención a este factor, es necesario, para que los otros dos sean estables.

En términos generales, hay dos tipos de valoraciones sobre el deterioro ambiental: mediante indicadores que cuantifican (medición física) el impacto del desarrollo en el medio ambiente, y mediante actitudes y opiniones cualitativas (medición sociológica), es necesario determinar, si las acciones correlativas con los medios de producción elegidas y/o normadas, son aplicables en el contexto internacional, es decir, si pueden aplicarse a cada país en donde se ha propuesto, teniendo en cuenta tanto su viabilidad técnico-económica, como la posibilidad de su desarrollo, dentro del entorno cultural.

2.8.2 Actividades productivas y de servicios

Como ejemplo, se tienen las herramientas de instrumentación, para el desarrollo sustentable en la producción y los servicios, como puede ser el conjunto de actividades denominadas Producción Más Limpia.

Dicho concepto, parte del principio de sostenibilidad de las actividades humanas, requeridas para suplir necesidades, básicas y suplementarias (calidad de vida), incorporando elementos tales como mínimas emisiones, buenas prácticas de producción y operación, manejo adecuado y aprovechamiento del subproducto y el residuo, disminución en el consumo de insumos, etc. De esta forma, se observa que, el desarrollo sustentable no es, por sí mismo, un elemento sociológico, sino que, debe formar parte de un tejido en el cual, la producción, la economía, el bienestar y el ambiente se alinean del mismo lado.

Este concepto de desarrollo sustentable, se enfoca, desde el lado de la oferta ambiental, bajo la óptica de obtener rendimientos firmes. Es decir, una productividad básica, de acuerdo con la capacidad que pueden suministrar o soportar los ecosistemas. Otra dimensión del concepto es, que el contexto, desde donde se enfoca el desarrollo, tiende a ser diferente en los países latinoamericanos, (como parte de un ámbito nacional, dentro de otro global), que se asienta en interrelaciones globales y de naturaleza local, la evolución del pensamiento en términos históricos, acerca del desarrollo, se ha dado en el marco de luchas sociales, a través de la pugna, es decir, en la relación dialéctica entre el capitalismo y el socialismo, entre la clase obrera y el capital y el pensamiento humano y las fuerzas de la naturaleza. A lo largo de las últimas siete décadas del siglo XX y parte de esta primera década del siglo XXI, el concepto de desarrollo, se ha expandido y enriquecido pero, también, se ha fragmentado, puesto que se van tomando de él, aspectos de acuerdo con la gravedad que confronten los países en su diagnóstico ambiental, sin ser asumido como una orientación universal de cuidado del medio ambiente, algo que no se tiene muy en cuenta aún.²⁶

2.9 EL IMPACTO DEL INGENIERO INDUSTRIAL EN LA SOCIEDAD ECUATORIANA

A finales del siglo XIX, en Estados Unidos ya se impartía la licenciatura en Ingeniería Industrial. Por ello habrá que preguntarse ¿Qué trabajo deberían desempeñar los Ingenieros Industriales, que no pudieran desempeñar cualquiera de las otras especialidades de la ingeniería que ya existían? La respuesta es sencilla. Mientras los

²⁶<http://es.scribd.com/doc/72124145/Desarrollo-Sostenibleapuntes-Para-Expo>

Ingenieros Mecánicos, Eléctricos y Químicos, entre otros, eran especialistas en su área, y diseñaban y operaban las máquinas y dispositivos de su especialidad, no existía personal preparado que, aparte de entender los términos de los otros especialistas, pudiera controlar administrativamente tales procesos. Control significa proporcionar todos los insumos necesarios para la producción, programarla, controlar el personal operativo, dar mantenimiento a los equipos y preocuparse por elevar la eficiencia del trabajo. En general, todas estas tareas las vino a desempeñar el Ingeniero Industrial, desde su creación.

De esta forma, el Ingeniero Industrial no es mecánico, eléctrico ni químico, sino la persona encargada del control y la optimización de los procesos productivos, tarea que normalmente no realiza las otras especialidades. Día tras día, el campo de actividad del Ingeniero Industrial está más definido, y por la versatilidad que debe tener en su profesión, en el sentido de poder entender el lenguaje de todas las demás especialidades, es que su formación es interdisciplinaria. Esto no representa una ventaja ni una desventaja, sino simplemente una característica de esta rama de la ingeniería y sus tareas dentro de la empresa, las que están claramente definidas respecto de las diferentes tareas que desempeñan las otras especialidades de la ingeniería.

De esta forma, todas las actividades relacionadas con una industria son injerencia de la Ingeniería Industrial, con excepción de las tecnologías que se emplean en los procesos productivos; así, el Ingeniero Industrial puede encargarse desde la determinación de la localización óptima de la industria, la optimización de los procesos, la utilización de la maquinaria, y de la mano de obra, el diseño de la planta, la toma de decisiones para la automatización de procesos, hasta la planeación de la producción, lo cual implica controlar los inventarios tanto de materia prima como de producto terminado, también planea el mantenimiento de todos los equipos.

Nuevamente se tiene un campo de la ingeniería con una extensa aplicación, por lo que también se subdividió en una serie de especialidades como son Ingeniero en Procesos de manufactura, industrial administrador, industrial en administración y planeación de la producción, industrial en control de calidad, industrial en sistemas, industrial en pulpa y papel, industrial en evaluación de proyectos y otras. No hay necesidad en enfatizar que ésta es una de las especialidades de la ingeniería que no sólo está relacionada con otras ingenierías en la misma industria, sino que está en contacto con todas las áreas de la industria distintas de la ingeniería, es decir, la Ingeniería Industrial guarda estrecha relación con la alta dirección, con los administradores, con las finanzas, etcétera, por lo que se puede considerar que tiene un enfoque interdisciplinario por necesidad.²⁷

²⁷http://industrializationmarte.blogspot.com/2009/01/el-impacto-de-la-ingeniera-industrial_20.html

2.10 RESEÑA HISTORICA DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

2.10.1 Solicitud de Fundación de la Universidad Católica de Cuenca

EXCELENTISIMO SEÑOR PRESIDENTE DE LA REPUBLICA:

A nombre de los Educadores Católicos, respetuosamente expongo y solicito:

Desde hace varios años, la Docencia Particular del Azuay que cubre los niveles pre-escolar, primario y medio, ha querido llenar el vacío educacional de nivel superior fundando en Cuenca la Universidad Católica, de acuerdo con las modalidades espirituales de la ciudad y sensible a los planteamientos del desarrollo.

Conscientes de un deber impostergable, como que el desarrollo es fruto del esfuerzo colectivo, de la tarea que a nadie exime, los Educadores Católicos, incansables y sacrificados siervos de la cultura, comprenden y quieren realizar seriamente la parte que Estado, Iglesia y Sociedad les han señalado dentro de la función pedagógica; pero su tarea queda trunca. No cuentan con una Casa de Estudios Superiores, y se ven forzados a abandonar a la niñez y juventud en la edad evolutiva que requiere de mayor asistencia, cuando la personalidad se descubre y se afirma para provecho propio y de los demás.

Anhelos y obligaciones se han visto impedidos por defectos de una Ley que el Gobierno de Su Excelencia actualmente revisa, pues el derecho al desarrollo no puede seguir siendo privilegio del más fuerte, y duele recordar que valiosas iniciativas privadas no pudieron superar el obstáculo del sectarismo o la desconfianza.

En verdad y justicia hay que reconocer, con ocasión de esta Solicitud, el apoyo ofrecido a la Docencia Católica desde la Primera Magistratura, las veces que Ud. Excmo. Sr. Presidente, la ha desempeñado, y bien se puede decir que su actual florecimiento es debido, en gran parte, a su visión y patrióticos auspicios. Escuelas, Colegios y Universidades, por todo el territorio ecuatoriano, destacan el papel descollante de los Maestros Católicos; son testimonio y presencia de la Iglesia en el convivir nacional; demuestran cómo se hace Patria y ratifican para Ud., con leal gratitud, el Título de Presidente de la Libertad de Enseñanza.

En Cuenca hace falta la Universidad Católica dentro de los signos de los tiempos, apta para construir el Ecuador nuevo, sostenedora de los valores universales, del humanismo, exigente del verdadero quehacer universitario en medio de los pueblos, ajena a sectarismos, consignas foráneas y monopolios.

Universidad abierta a los requerimientos de la época, ahora que se yergue prometedora la esperanza del resurgimiento económico nacional: petróleo, colonización, minas, vialidad, turismo, industrias, integración, etc. Traerán fuentes nuevas de producción,

áreas diversas de actividad, eliminación progresiva de la fuga de cerebros y brazos hacia los países ricos que frustra el plan integral de progreso del gobierno.

Universidad con carreras intermedias de capacitación profesional al servicio de la comunidad, en provecho del liderazgo que alienta una auténtica democracia, para intervenir con eficiencia en el proceso perfectivo del desarrollo mediante el trabajo armónico en pro del orden, la justicia y la paz.

Universidad Católica para estudio y trabajo. El trabajo une las voluntades, aproxima los espíritus y funde los corazones, y, al realizarlo, los hombres descubren que son hermanos, responsables y solidarios de sus destinos.

Tal es la tarea que conscientemente van a emprender los Educadores Católicos del Azuay, y que se lo piden con derecho los educandos y el medio socioeconómico donde cumplen su misión, con el fin de completar la labor educativa iniciada con los niños y jóvenes.

Disponen de locales, mobiliario, servicios y personal apto que se incrementarán poco a poco mientras vaya transcurriendo el tiempo de los ciclos profesionales.

En torno a la magna empresa de la Universidad se han reunido para auspiciarla y ayudarla, con increíble decisión, hombres e instituciones representativos, cuyo pronunciamiento va anexo a esta Solicitud.

Excmo. Señor Presidente: cuando de curre el año del Sesquicentenario de la Independencia, premie a Cuenca todo el valor de su aporte de preclaros Varones que tanto prestigian la historia nacional por la ciencia y la virtud, fundando en ella, y de acuerdo con las características espirituales que la enaltecen, la Universidad Católica de Cuenca.

Será un testimonio más de los auténticos servicios al pueblo ecuatoriano que distinguen su vida política, y por ellos, como por el despacho favorable de la presente, Ud. es merecedor de admiración y gratitud.

Del Excmo. Sr. Presidente de la República, servidor y compatriota.

Cuenca, agosto 10 de 1970

Por los Educadores Católicos del Azuay

Padre César A. Cordero Moscoso,
PRESIDENTE²⁸

²⁸ <http://www.ucacue.edu.ec/Historia.aspx#>

2.10.2 Decreto de Creación

El Dr. José María Velasco Ibarra, Presidente de la República, acogiendo la solicitud de los Educadores Católicos del Azuay, liderados por el Sacerdote Dr. César Augusto Cordero Moscoso, apoyada por un manifiesto de recomendación ciudadana, el 7 de septiembre de 1970, creó la Universidad Católica de Cuenca, mediante decreto No 409-A, publicado en el Registro Oficial No 76 de fecha 7 de octubre de 1970, con el siguiente texto:

Considerando:

Que personas y Entidades Representativas de la ciudad de Cuenca han solicitado la respectiva autorización del Poder Ejecutivo para fundar la Universidad Católica de la prenombrada ciudad; Que el deseo del Gobierno Nacional es dejar un permanente recuerdo del Sesquicentenario de la autonomía política del antiguo Departamento de Cuenca que fue factor decisivo de la emancipación de lo que hoy constituye el territorio de la República;

Que es deber del Estado contribuir al desenvolvimiento de la cultura superior y a preparar a las juventudes para las profesiones liberales, funciones públicas e investigaciones científicas;

Que el señor Ministro de Educación Pública, en uso de las atribuciones y deberes que le concede el Decreto Supremo No. 155, de 29 de julio de 1970, publicado en el Registro Oficial No. 35, de 11 de agosto de este mismo año, ha informado favorablemente sobre la creación de la Universidad Católica de Cuenca; y,

En uso de las atribuciones de que se halla investido,

Decreta:

Art. 1.- Créase, a partir de esta fecha, la Universidad Católica de Cuenca, con domicilio en la misma ciudad y atribuciones para organizar las Facultades, Escuelas que requieren su desenvolvimiento y las necesidades de la región, bajo el auspicio de los Educadores Católicos del Azuay.

Art. 2.- La Universidad Católica de Cuenca, funcionará de acuerdo con las prescripciones de la Ley de Educación Superior y su propio Estatuto.

Art. 3.- Encárguese de la ejecución del presente Decreto al Señor Ministro de Educación Pública.

Dado en el Palacio Nacional, en Quito, a 7 de septiembre de 1970.

f.) José María Velasco Ibarra, Presidente de la República del Ecuador.

f.) Dr. Augusto Solórzano C., Ministro de Educación Pública.²⁹

²⁹ <http://www.ucacue.edu.ec/Historia.aspx#>

2.10.3 Creación de la primera escuela de Ingeniería Industrial

El 13 de Octubre de 1983 se funda la FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL. Con la creación de la carrera de Ingeniería Industrial, la universidad se convierte en la pionera en la formación de profesionales en la región, que puedan propiciar la mejora continua de calidad y de la productividad de los procesos industriales, que permitan transformar la industria y enrumbarla en el camino de la competitividad.

Hasta el momento han egresado 24 promociones, en promedio 15 egresados por año.

Dándonos un promedio total de 360 graduados.

2.10.4 Perfil del Ingeniero Industrial según la Universidad Católica de Cuenca

El perfil diseñado busca la formación de Ingenieros Industriales capacitados para afrontar y resolver, con eficiencia, eficacia y calidad los retos de esta profesión. Poseerá las siguientes competencias, para afrontar exitosamente los avances productivos, científicos, tecnológicos, administrativos y empresariales:

- Ejercerá actividades propias de consultorías y asistencia técnica orientada a la optimización de condiciones de trabajo, a la estandarización de los procesos productivos y al mejoramiento de los bienes y servicios, utilizando eficazmente la Administración y Control de la Calidad.
- Estará capacitado para liderar, analizar, innovar, diseñar, administrar y evaluar de manera eficiente sistemas productivos de bienes y servicios bajo las nuevas corrientes de la Calidad.
- Promover nuevas técnicas de dirección en sistemas administrativos y producción con una visión global, competitiva en las áreas de la actividad empresarial sin descuidar las necesidades del desarrollo económico y social de la región y el país.
- Auto gestionará, administrará y liderará su unidad productiva basándose en sus actitudes creativas e innovadoras, participando en la investigación y desarrollo de productos y mercados, en el diseño e implantación de programas y proyectos para la conservación y mejoramiento de los ecosistemas.³⁰

2.11 RESEÑA HISTÓRICA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

La presencia Salesiana en el Ecuador es una realidad social desde enero de 1888, como respuesta al Convenio firmado por Don Bosco y el representante del Gobierno del Ecuador en Turín (Italia) en 1887, por el que se confía a los salesianos el Protectorado

³⁰http://quimica.ucacue.edu.ec/quimica/index.php?option=com_content&view=article&id=54&Itemid=62

Católico de Artes y Oficios de Quito, para que *“impartan educación moral y científica a los hijos del pueblo y para el desarrollo de la industria nacional mediante una enseñanza sistemática de la artesanía”*.



Fig. 2.13 Primeros Salesianos en el Ecuador

Fuente <http://www.ups.edu.ec/resena-historica;jsessionid=8D3D4DBC6F71CD693E503F0855431E5F>

Muy pronto la obra evangélica-educativa de los salesianos se extendió a otras ciudades del Ecuador, destacándose entre las principales acciones la fundación de las Misiones en el Oriente Ecuatoriano como Gualaquiza (1893), Indanza (1914), Méndez (1915), Macas (1924), Sucúa (1931) y Limón (1936). En lo educativo también se fundan obras como las de Quito (1888) con los talleres de Artes y Oficios en el Protectorado Católico; en Riobamba (1881), se funda la escuela Primaria, Talleres y el Oratorio festivo; en Cuenca (1893) empiezan los Talleres y el Oratorio Festivo; en Quito en el barrio La Tola (1896), se abren los Talleres de Mecánica y Carpintería, la Escuela Primaria y la Iglesia dedicada a María Auxiliadora; Guayaquil (1904) vio la primera fundación con el Instituto Domingo Santisteban para niños huérfanos con el patrocinio de la Junta de Beneficencia. En el Barrio Centenario de esta misma ciudad se fundó el Colegio Cristóbal Colón (1911) para la educación humanística de la juventud guayaquileña; en Manabí (1927) los salesianos reciben la Parroquia Rocafuerte, en la que se abre igualmente una Escuela Primaria y un Oratorio festivo.³¹

2.11.1 La Ingeniería Industrial en la Universidad Politécnica Salesiana

Tras el estudio de Profesionales profesores y revisar la demanda se crea la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Politécnica Salesiana denominando al proyecto como: Proyecto Unificado de la Carrera de Ingeniería Industrial teniendo como sedes en

³¹ <http://www.ups.edu.ec/resena-historica;jsessionid=44FBC2EDFED26CD3430A3D7BA006CD03>

Guayaquil y Cuenca con dos campus el del Centenario y del Vecino iniciando el Primer ciclo lectivo en el año de 2006

Denominación del proyecto: Proyecto Unificado de la Carrera de

Ingeniería Industrial

Sedes: Cuenca Guayaquil

Campus: Vecino Centenario

Facultades: Ingenierías

Carrera: Ingeniería Industrial

Número de Niveles: 10

Modalidad del Nivel: Semestral

Modalidad de estudio: Presencial Semi-presencial

Periodo lectivo inicio: SEPTIEMBRE 2006 - FEBRERO 2007
Cuenca MAYO 2006 – SEPTIEMBRE 2006 en
Guayaquil

2.11.2 Perfil del Ingeniero Industrial según la Universidad Politécnica Salesiana

La formación del Ingeniero Industrial debe responder al logro de un profesional que se desempeñe como:

- ✓ Ingeniero que mejore procesos específicos de empresas de producción de bienes y/o servicios.
- ✓ Generador de Empresas en donde su preparación y desarrollo profesional serán la base para crear su empresa, asociándose interdisciplinariamente con otros profesionales tendiendo al mejoramiento continuo.
- ✓ Administrados pro que sus conocimientos de la empresa u organización le permitirá accionar planes estratégicos, tomar decisiones óptimas, mantener liderazgo y autoridad.
- ✓ Asesor – Consultor en cuanto a su formación le permitirá ofrecer sus servicios a empresas de diferentes campos de su competencia.

- ✓ Investigador Técnico – Científico especialmente creativo y analítico para la búsqueda de nuevos procesos, productos y materiales.

2.12 CAMPO OCUPACIONAL Y LABORAL

La Ingeniería Industrial es la responsable de la gestión de los diferentes procesos que conducen a la transformación de insumos en productos o servicios que pueden ser consumidos o utilizados para el bienestar de las personas. En virtud de ello y la diversidad de empresas que nuestra región y país poseen, es necesaria la presencia de profesionales que jueguen un papel de vital importancia para canalizar, encadenar, desarrollar y organizar las funciones que nuestra región y nuestro país necesitan.

Dentro de estos parámetros, la carrera de Ingeniería Industrial representa una opción de suma importancia para proveer el recurso humano capaz de participar en el establecimiento y mejora de las estructuras económicas, de tal forma que las operaciones industriales se puedan ejecutar con mayor eficiencia

El ingeniero Industrial podrá desempeñarse en:

- ✓ Empresas Industriales, comerciales y de servicios, ya que sus conocimientos en las áreas administrativas, ingenieriles y de mejora de procesos le acreditan para ello.
- ✓ Empresas de Producción ya que tendrá la capacidad de administrar y mejorar la producción así como también controlar la calidad, como pilares fundamentales en las áreas de manufactura y operaciones.
- ✓ Empresas de Servicio en donde será capaz de medir y optimizar las etapas de la cadena de servicio, eliminando desperdicios y generando mayor beneficio para los clientes.
- ✓ Sector comercial en cuanto podrá contribuir mediante la optimización de las áreas logísticas y de bodegas como fuente de ventaja competitiva mejorando costos y servicios.

CAPÍTULO III

ESTRUCTURA Y

ELABORACION DE LAS

GUIAS DE PRÁCTICAS

PARA EL LABORATORIO

DE INGENIERIA

INDUSTRIAL.

3.1 METODOLOGIA DE LA EDUCACION.

La metodología de la educación son los recursos necesarios de la enseñanza; son los vehículos de realización ordenada, metódica y adecuada de la misma. Los métodos y técnicas tienen por objeto hacer más eficiente la dirección del aprendizaje. Gracias a ellos, pueden ser elaborados los conocimientos, adquiridas las habilidades e incorporados con menor esfuerzo los ideales y actitudes que la escuela pretende proporcionar a sus alumnos. Método es el planeamiento general de la acción de acuerdo con un criterio determinado y teniendo en vista determinadas metas.

Metodologías educativas utilizadas habitualmente. Son las que utilizamos de forma mayoritaria en la formación ya sea esta en primaria, secundaria universidad o posterior a esta, estas son las más conocidas y habituales:

- Clases magistrales. La teoría de toda la vida; basta con una tiza y una pizarra, aunque también se utilizan presentaciones por ordenador, videos y la pizarra electrónica (última tecnología disponible, muy eficaz por cierto).
- Clases prácticas. La mayoría de las veces es una clase teórica; pero en lugar de transmitir conceptos abstractos se resuelve un problema; es decir, desde el punto de vista metodológico es idéntica a las clases magistrales.
- Clases de Laboratorio. Se suelen utilizar en materias más técnicas y los alumnos manejan dispositivos donde se comprueba la validez de las teorías. Desde el punto de vista metodológico requiere la adquisición de determinadas habilidades prácticas.
- Tutorías. Se suelen utilizar las tutorías denominadas reactivas (el profesor responde a una demanda de información del alumno); es un instrumento muy potente, pero desgraciadamente poco y mal utilizado.
- Planificación. Se suele hacer al inicio del curso, básicamente son guías donde el alumno puede conocer con antelación los objetivos de la asignatura, el programa, el método de evaluación, la carga docente, actividades, condiciones, etc.
- Trabajos individuales y en grupo de tipo caja negra. Son trabajos que el profesor define el tema y alcance; los alumnos lo hacen por su cuenta y una vez finalizado se le presenta al profesor.

3.2 MÉTODOS DE ESTUDIO.

En este mundo globalizado y evolucionado, la información que puede recibir una persona es tan grande que se pudiera considerar infinita, se tiene un estimado que más o menos la información que hay en la red es de alrededor de 161 billones de gigabytes más

todos los libros del mundo, esto quiere decir que estamos rodeados de conocimiento desde el principio de la humanidad y en un futuro obviamente agrandará estas cifras.

El conocimiento es pasado de generación en generación pero toda esta información que hay disponible son solo datos que hay que saber asimilar, para que no se pierda el conocimiento de años atrás lo que siempre se ha hecho desde el pasado es contar los descubrimientos, técnicas, conocimientos, tradiciones, culturas a nuestros hijos, pero para que ellos aprendan mejor hay que tener técnicas de enseñanza que mejoren esta transmisión de datos para que haya una mejor asimilación. Es mejor adquirir pocos conocimientos, pero de una manera firme, sistemática y lógica, que muchos de manera superficial, inconexa y desordenadamente, ya que la desorganización de los contenidos impide su fácil asimilación y se olvidan con facilidad.

¿Cómo se aprende más, en el aula con teoría o en el campo con la práctica? Los contenidos teóricos impartidos en clases son necesarios para avanzar en el aprendizaje de cualquier área de conocimiento, pero para lograr retenerlos, verlos en acción y dotarlos de utilidad, es mejor experimentar con ellos. Esto, al menos, promulga la metodología pedagógica denominada "aprender haciendo"

¿Cuántos alumnos serían capaces de superar un examen del año anterior sin volver a estudiar? Con esta sencilla pregunta, el profesor universitario estadounidense Roger Schank, uno de los principales impulsores en la actualidad del método "aprender haciendo", delata las insuficiencias de los sistemas de aprendizaje habituales en las aulas. Schank, experto en inteligencia artificial, es el fundador de "**Engines for education**",¹ una organización sin ánimo de lucro que idea alternativas a la educación tradicional.

Su propuesta está destinada a subsanar los principales errores de la educación actual, según este especialista. Entre ellos, destaca la creencia de las escuelas acerca de que el alumnado tiene interés en aprender los contenidos que ellos han decidido enseñarle, la consideración del estudio como parte muy importante del proceso de aprendizaje, el centrarse en evaluar y comparar y el transmitir a los estudiantes los contenidos que creen que es importante conocer, en vez de lo que es importante saber hacer.¹

Saber hacer

Schank sostiene que para evitar estos resultados, la metodología didáctica adecuada debe basarse en simulaciones lo más cercanas posibles a la realidad, en las que el alumno adquiere un papel activo. De este modo, aprende con la práctica, a través de la realización de pruebas que, en muchos casos, le llevan a cometer errores que le permiten conocer las consecuencias de sus equivocaciones, su origen y cómo resolverlas. La idea es conseguir que, a través de la práctica, la educación prepare a los estudiantes para que sepan hacer las

¹ <http://www.engines4ed.org/approach.cfm>

Cosas que van a tener que aplicar a lo largo de su vida, tanto profesional como personal. La actividad suscita el interés del estudiante y estimula su curiosidad, a la vez que le prepara para adquirir habilidades y destrezas que le serán de utilidad en su vida diaria de adulto.

Modos de aprendizaje

Para llevar a la práctica una actividad pedagógica basada en la acción, Roger Schank y otros especialistas proponen la aplicación de nuevas metodologías didácticas en las aulas, que reporten a los estudiantes aprendizajes experimentales. Éstas son algunas de las más destacadas:

- Elaborar actividades que insten a los estudiantes a usar las habilidades que se desea que adquieran, bajo la dirección de un mentor que les ayude cuando lo necesiten.
- Adjudicar a cada alumno un rol específico dentro de la actividad, de modo que sean conscientes de la responsabilidad que tienen para que se desarrolle de forma efectiva y actúen en consecuencia.
- Diseñar el aprendizaje orientado a fomentar en el estudiante actitudes y valores como la iniciativa, la creatividad, la disciplina y el compromiso.
- Proporcionar al alumno una atención personalizada que le dé la oportunidad de potenciar sus fortalezas y corregir sus debilidades.
- Desechar el aprendizaje basado en la memorización y repetición y promover el razonamiento y la experimentación.

3.3 MISIÓN Y VISIÓN DE LA ENSEÑANZA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Misión

La formación de honrados ciudadanos y buenos cristianos, con excelencia humana y académica. El desafío de nuestra propuesta educativa liberadora es formar actores sociales y políticos con una visión crítica de la realidad, socialmente responsables, con voluntad transformadora y dirigida de manera preferencial a los pobres.

Visión

La Universidad Politécnica Salesiana, inspirada en la fe cristiana, aspira constituirse en una institución educativa de referencia en la búsqueda de la verdad, el desarrollo de la cultura, de la ciencia y tecnología, mediante la aplicación de un estilo educativo centrado en el aprendizaje, docencia, investigación y vinculación con la colectividad, por lo que se compromete, decididamente, en la construcción de una sociedad democrática, justa, equitativa, solidaria, con responsabilidad ambiental, participativa y de paz.

3.4 COMPONENTES DE LA GUÍA DE PRÁCTICA

Para la realización de la guía de prácticas hemos considerado que la mejor opción es estandarizar el formato del documento que se proporcionará al estudiante, nos basamos específicamente en un trabajo realizada por la Ingeniera Verónica Gabriela Venegas Riera con su tesis titulada *“ELABORACION E IMPLEMENTACIÓN DE LAS GUÍAS DE PRÁCTICAS PARA LOS LABORATORIOS DE MECANICA DE FLUIDOS, MAQUINAS TERMICAS, MAQUINAS HIDRÁULICAS, TERMODINÁMICA, TRANSFERENCIA DE CALOR, AUTOMATISMOS, METROLOGIA, FUNDICION, TRATAMIENTOS TERMICOS, Y CNC.”*, específicamente nos basamos en el esquema de las prácticas a continuación detallamos las partes que conforman la guía de prácticas, para poder estandarizarlas ya sea en cualquier carrera.

3.4.1 Objetivo General

Señala la meta final que se desea alcanzar al momento de realizar la práctica o los conocimientos que se desean adquirir luego de la experimentación.

3.4.2 Método

Se refiere al método que se empleará para lograr el objetivo general propuesto, ya sea por medio de cálculos, fórmulas, entre otros procedimientos empleados. Cabe recalcar que el método puede variar dependiendo de la materia dentro de la cual se requiera el experimento.

3.4.3 Equipos y Materiales

Aborda los elementos físicos tanto dispositivos e instrumentos de medición necesarios para las prácticas y el aprendizaje del alumno.

3.4.4 Marco teórico

Es el fundamento teórico necesario para la realización de la práctica, es decir es la explicación teórica mencionada en párrafos anteriores.

3.4.5 Desarrollo o Procedimiento

Se refiere a los pasos a seguir dentro de la práctica para la realización del experimentos ya sea en manejo de dispositivos y/o software de control de equipos. Además, incluye la descripción de unidades y sus componentes.

3.4.6 Cálculos y Resultados

Referido al procesamiento de datos que deben realizarse tras la experimentación del estudiante. Se detallan las fórmulas a emplearse, las constantes necesarias y todos los datos que el alumno necesitará para obtener resultados.²

²VERÓNICA GABRIELA VENEGAS RIERA, 2012 elaboración e implementación de las guías de prácticas para los laboratorios de mecánica de fluidos, maquinas térmicas, maquinas hidráulicas, termodinámica, transferencia de calor, automatismos, metrología, fundición, tratamientos UPS

3.4.7 Actividades del Alumno

Dentro de la realización de las prácticas es indispensable que el estudiante demuestre que ha captado el conocimiento impartido duran, por lo tanto se promueve este aprendizaje mediante aplicaciones matemáticas para corroborar datos, gráficas de resultados, etc.; es decir, el aprender queda fijado en la mente del alumno mediante la ejercitación posterior a la práctica.

3.4.8 Conclusiones

Los estudiantes deben estar en la capacidad de generar conclusiones propias tras la experiencia obtenida con la práctica, además de que estos pensamientos reflejarán si el aprendizaje se ha realizado de manera adecuada tanto para el estudiante como para el responsable de la enseñanza.

3.4.9 Cuestionario

Este segmento de la guía de práctica es opcional para cada docente debido a la prestación de ciertas materias para formular un banco de preguntas que el alumno pueda resolver y fomentar así como profundizar su aprendizaje teórico en tópicos que no pudieron ser detallados durante la práctica.

3.4.10 Formato de presentación de Informe

Para realizar el informe respectivo de la práctica se debe considerar como mínimo los siguientes puntos:

- *Tema.*_ El tema general del cual se trata el experimento.
- *Objetivos.*_ Deben constar los que se indican antes de la realización de la práctica.
- *Marco teórico.*_ Explica de la manera más clara y concisa las definiciones y teoremas necesarios para la práctica.
- *Procedimiento de la práctica.*_ Se describe todo aquello que va a ser ejecutado durante la práctica en cuanto al manejo de equipo y/o software del mismo.
- *Cálculos/ Gráficos/ Resultados.*_ Detalla los resultados obtenidos luego de procesar los datos logrados en la práctica.
- *Análisis de Resultados.*_ Se explican los resultados deducidos y su importancia dentro de la experimentación al igual que su comprobación.
- *Conclusiones y Recomendaciones.*_ Nacidas de la experiencia del estudiante, estas corroboran el aprendizaje obtenido durante y después de la práctica. De igual manera se añaden las recomendaciones oportunas que conlleven a mejorar la ejecución de la práctica.
- *Anexos.*_ Se constituye del cuestionario resuelto, tablas obtenidas en el software, hojas de datos u otros datos que sean de interés para el estudiante o el docente.

3.4.11 Estructura del esquema de prácticas

	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
---	--	--

PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA

1. OBJETIVOS
2. METODO
3. EQUIPO Y MATERIALES
4. MARCO TEORICO
5. DESARROLLO
6. CALCULOS Y RESULTADOS
7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO
8. CONCLUSIONES
9. CUESTIONARIO

3.5 ERGONOMIA Y DISEÑO DE LUGAR DEL TRABAJO

3.5.1 Antropometría

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		LABORATORIO DE INGENIERIAS	
		LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL	
PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
1	120 MIN	ANTROPOMETRIA	ERGONOMIA Y DISEÑO DE LUGAR DEL TRABAJO

1. OBJETIVOS

- Evaluar posturas y distancias que se desean controlar.
- Especificar distancias que deben separar al cuerpo humano de las herramientas u objetos que utiliza.
- Identificar objetos o elementos que restringen el movimiento.
- Diseñar un puesto de trabajo para atención al cliente con las mediciones realizadas al grupo, además diseñar una puerta, con un percentil que cubra el 95% de la población.

2. METODO

- Identificar las áreas de oportunidad de las estaciones de trabajo para determinar qué dimensiones antropométricas se medirán de la población.
- Medir las dimensiones antropométricas de la muestra elegida de la población, separando los datos de los hombres y de las mujeres.
- Determinar cuáles son los rangos de medición que entrarán en la población del 5% (población menos alta, menos pesada, menos voluminosa, etc.), en la del 50% (población con medidas promedio), y en la del 95% (población más alta, más pesada, más ancha, etc.). Además, calcular para cada dimensión antropométrica su desviación estándar.
- Escoger de cada dimensión antropométrica el percentil que más servirá para mejorar la estación de trabajo. Cada percentil tiene su propio objetivo:
 - 5% Para que la población de medidas pequeñas esté cómoda en las posturas de **altos y largos**.
 - 50% Dirigida para aquellas medidas que no requieren inclinación hacia ningún tamaño de la población, ejemplo **alcances y longitudes**. Para que la población con medidas grandes esté cómoda en varias posturas.

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

- Aplique las medidas encontradas considerando la factibilidad de los cambios, los acuerdos con la gerencia y estableciendo indicadores para monitorear dichas mejoras.
- **¿Qué es lo que se debe medir?** Dependiendo de la finalidad de nuestra medición sólo se medirán ciertas dimensiones antropométricas, como se muestra en la siguiente tabla:

Aplicación:	Diseño de estaciones de trabajo	Diseño de vestimentas	Estudios Fisiológicos
Dimensiones a medir	Largos	Circunferencias	Volumenes
	Altos	Distancias de contornos	Densidades
	Anchos	Pocos altos	Areas del cuerpo humano
	Y muy pocas circunferencias	Pocos largos	

Sin importar que tipo de medidas se necesiten, la antropometría incluye las siguientes posturas:

- Parado
- Sentado
- Alcance de pies
- Alcance de brazos
- Flexionado
- Extendido



LABORATORIO DE INGENIERIAS

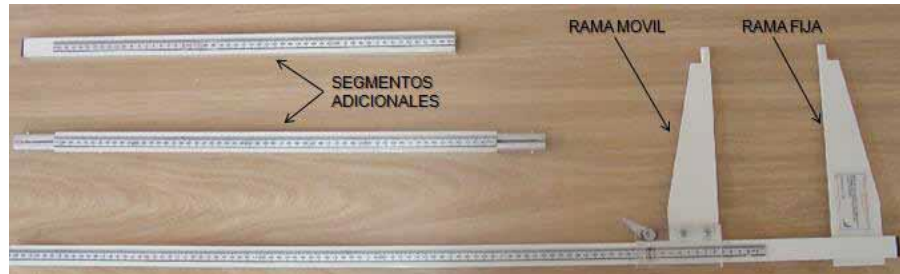
LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

3. EQUIPOS Y MATERIALES

- Báscula de uso clínico, tipo romana que no sea con resortes y permita el ajuste a cero



- Antropómetros modelo Martín o modelo Clarita



- Flexómetro



- Cinta métrica metálica



LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

4. MARCO TEORICO

Medidas Estándar Las medidas estándar se requieren para propósitos comparativos y para estimar pronósticos. En las siguientes tablas e ilustraciones encontrarás los nombres de la mayoría de las medidas antropométricas utilizadas para aplicaciones ingenieriles. Para poder tomar las medidas necesarias se requieren

Instrumentos específicos:

Cualquier báscula de uso clínico, de tipo romana, que no tenga resortes y permita el ajuste del cero.

Antropómetros modelo Martín o modelo Clarita.

Compases de ramas rectas, de ramas curvas, modelo Martín, y de ramas anchas.

MEDIDAS TOMADAS EN POSICION PARADO

1. PESO

DESCRIPCIÓN

El peso debe tomarse con básculas de brazo o digitales, con aproximación de 100 gramos. Su exactitud será verificada con taras de peso conocido. Antes de cada sesión se comprobará la correcta ubicación del cero en la báscula. La medida se registra en kilogramos y decagramos, por ejemplo: 52.50 Kg Los sujetos deben llevar ropa ligera, vaciar sus bolsillos y despojarse de objetos pesados, como: zapatos, equipo de protección, herramienta, adornos, etc. Al redactar el informe debe señalarse cuál es el tipo de ropa que se conservó, por ejemplo: Pantalón de algodón, calzoncillos y calcetines.

APLICACIÓN

Es útil para la determinación de los límites de seguridad de carga en distintos tipos de estructuras y maquinaria, por ejemplo: plataformas o ascensores. Si se considera al peso como referente de diseño, no debe olvidarse que, con frecuencia, el criterio operativo es la impulsión, entendida como el producto de la masa por la velocidad, y no el peso estático.



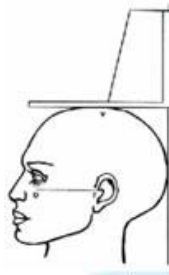
LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

2. ESTATURA

DESCRIPCION

Se mide con el antropómetro y se registra en milímetros. Es la distancia del piso hasta el vértex. La cabeza del sujeto debe estar orientada según el plano de Frankfort.



Plano de Frankfort.



Quien mide sostiene la rama del antropómetro entre sus dedos índice y pulgar y la baja, hasta asegurar que se asienta sobre el cráneo sin obstáculo de capas gruesas de cabello u objetos como pasadores o adornos.

APLICACIÓN

Se emplea como referente de alturas mínimas por arriba de la cabeza del sujeto, techos de cabinas, en salidas de emergencia y otras. Se recomienda tomar en cuenta la altura de los cascos de seguridad en el diseño de espacios, donde su uso sea frecuente u obligatorio.

3. ALTURA DEL OJO

DESCRIPCION

Se mide con el antropómetro y se registra en milímetros. Los límites de medición se establecen desde el piso hasta el ángulo interno del ojo.

APLICACIÓN

Determina el horizonte óptico de las personas en posición de pie. Como criterio de diseño debe evitarse los movimientos extremos o repetitivos del cuello, así como tomar en cuenta que una desviación de 5 grados con respecto al eje óptico dificulta la agudeza visual. Se considera que 30 grados hacia abajo o 15 grados hacia arriba,



Son los extremos máximos para la rotación cómoda del ojo. Las pantallas de seguridad o que requieran de lectura inmediata deben estar sobre el horizonte óptico.

4. ALTURA DEL MENTÓN

DESCRIPCION

Se mide con el antropómetro y se registra en milímetros. Quien mide coloca su pulgar, palpando ligeramente el borde anterior e inferior del mentón del sujeto, sin presionar el tejido blando y desliza la rama del antropómetro hasta tocar dicho dedo.

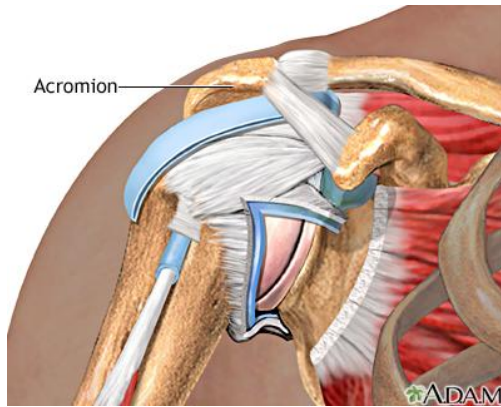
APLICACIÓN

Se utiliza para el diseño de cascos y caretas de protección.

5. ALTURA DEL HOMBRO

DESCRIPCION

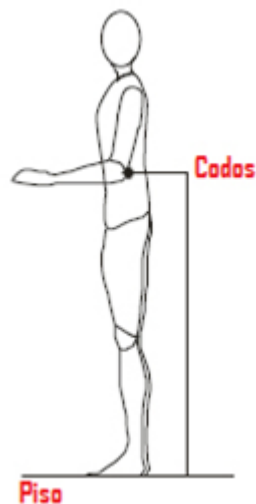
Se mide con el antropómetro y se registra en milímetros desde el piso hasta el punto acromial ubicado en el hombro.



6. ALTURA DEL CODO

DESCRIPCION

Se mide con el antropómetro y se registra en milímetros. Se coloca el codo del sujeto en ángulo recto, con el brazo paralelo al plano sagital. Los dedos deben estar extendidos y juntos, con el pulgar hacia arriba. Quien mide coloca el dedo índice izquierdo bajo el borde inferior del olecranon del sujeto: hacia la rama del antropómetro hasta encontrar el contacto entre su dedo y el olecranon de la persona medida.



APLICACIÓN

Este punto limita el borde inferior del polígono de coordinación viso - manual, con importancia para la determinación de la altura de planos de trabajo. Si dicho plano implica la aplicación de fuerza mediante el apoyo del cuerpo, (por ejemplo planchar la ropa), se recomienda situar su altura entre 5 y 7 centímetros por abajo del codo. Si el plano es para reposo (por ejemplo los brazos de un sillón) o para trabajo fino (por ejemplo escribir), se recomienda colocarlo a la altura del codo o ligeramente por arriba.

7. ALTURA INFERIOR DE PRESIÓN EN POSICION DE PIE

DESCRIPCION

Se mide con el antropómetro y se registra en milímetros. El sujeto deja su brazo péndulo y paralelo al plano sagital, en la mano empuña un lápiz paralelo al plano horizontal. Se mide la altura del piso a la punta de dicho lápiz.

APLICACIÓN

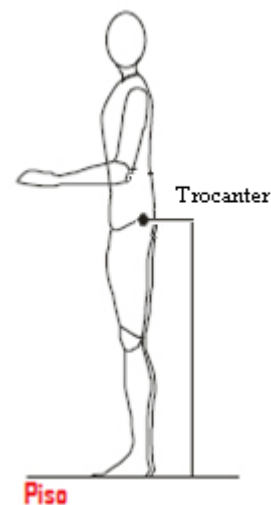
Esta medida determina la altura de las asas o empuñaduras, por ejemplo de: carretillas, carros de manos, maletas o andas.

8. ALTURA AL TROCANTER

Se mide con el antropómetro y se registra en milímetros. Se toma al borde lateral del trocánter mayor. La ubicación de este punto se dificulta en personas obesas, por lo que es necesario que quien mide coloque sus dedos sobre esa zona, mientras el sujeto hace movimientos de flexión y rotación del muslo, lo que facilita la identificación del trocánter mayor.



TROCANTE R MAYOR



 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

APLICACIÓN

Establece el punto de giro del cuerpo hacia el frente para trabajos en los que debe flexionarse el tronco. Se recomienda que la flexión no exceda los 10 grados y que no sea repetitiva ni mayor de dos veces por minuto. Se considera como factor de sobrecarga a las inclinaciones mayores de 21 grados y que se realiza más de tres veces por minuto

9. ALCANCE MÁXIMO VERTICAL

DESCRIPCION

Se mide con el antropómetro y se registra en milímetros. Se fija una cinta métrica metálica a la pared y se coloca al sujeto frente a ella, empuñando un lápiz, mientras las puntas de sus pies se colocan a 5 centímetros de distancia. Se le pide que coloque la punta del lápiz sobre la cinta métrica, cuidando que no se estire ni levante los pies del piso. El sitio a donde llega la punta del lápiz es la medida que se registra. En el caso de personas obesas o con alteraciones corporales, se colocarán los pies de manera que alguna parte de su cuerpo tenga contacto con la pared.

APLICACIÓN

Esta medida determina la altura máxima de estiba de objetos con pesos menores de 10 Kg. en hombres. No debe utilizarse como referencia para la colocación de palancas o mandos de uso constante, cuyo empleo se haga en urgencias.

10. ALCANCE DE PRESIÓN FINA

DESCRIPCION

Se mide con el antropómetro equipado con dos ramas rectas, en forma de compás de corredera y se registra en milímetros. El sujeto se coloca con la espalda y talones apoyados en la pared; extiende la extremidad superior hasta que quede paralela al plano horizontal y se le pide que ponga en contacto sus dedos índice y pulgar, con la mano en pronación. La distancia se mide de la pared hasta el punto más distante del pulgar, en la posición señalada.

APLICACIÓN

Este punto cierra el polígono de coordinación viso - manual y determina la posición más distante hacia el frente, a la que deben colocarse perillas o botones en pantallas o los productos en operaciones de ensamblado ligero



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
ECUADOR

LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL



11. ALCANCE DE PRESIÓN DE FUERZA

DESCRIPCION

Se mide con el antropómetro, equipado con dos ramas rectas, en forma de compás de corredera y se registra en milímetros. El sujeto se coloca de manera igual a la medida anterior, pero extiende la mano en pronación hacia adelante, sosteniendo un lápiz en su puño. La medida es la distancia entre la pared y la punta del lápiz.

APLICACIÓN

Esta medida determina la colocación más anterior de palancas o volantes que requieran el uso de fuerza del operador. Para aquellos volantes que requieran de fuerza de par, la distancia debe ser más corta.

12. PROFUNDIDAD MÁXIMA DEL CUERPO

DESCRIPCION

Se mide con el antropómetro equipado con dos ramas rectas, en forma de compás de corredera y se registra en milímetros. Se coloca al sujeto de pie, con la espalda apoyada en la pared y los brazos sueltos, paralelos al eje sagital. La medida es la distancia de la pared al punto más anterior del cuerpo, cualquiera que éste sea.

APLICACIÓN

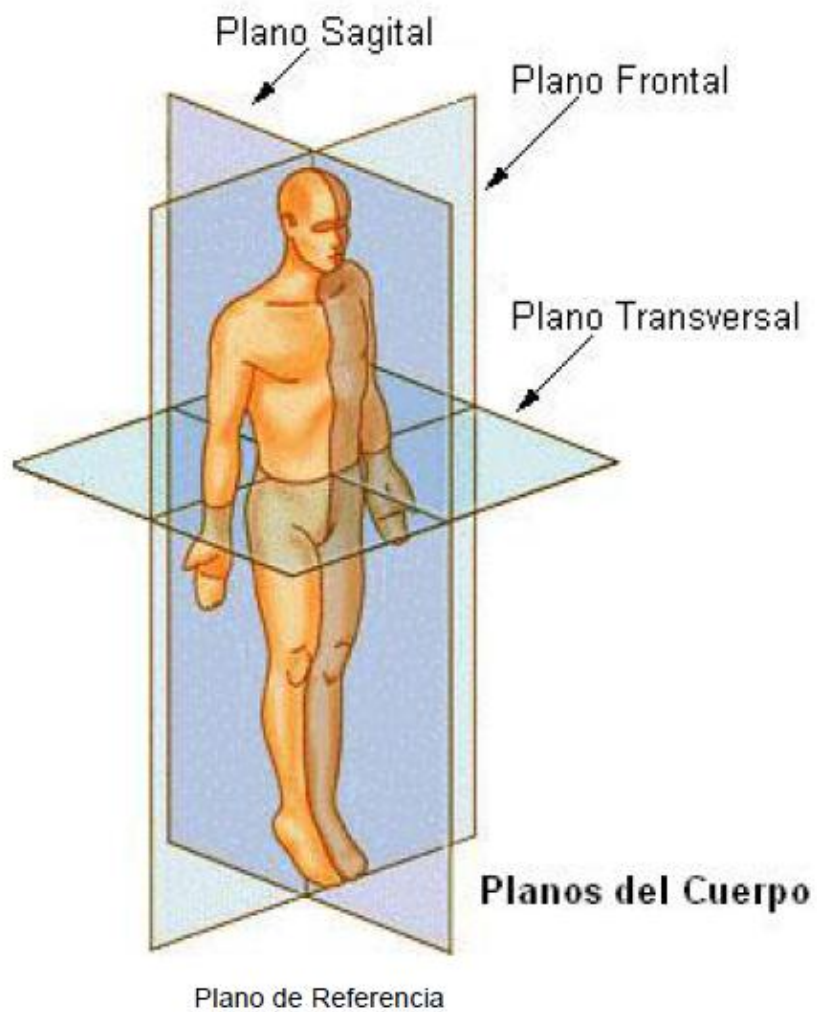
Esta medida es útil para determinar el espacio antero posterior mínimo que requieren las personas en espacios confinados, como los ascensores, el transporte colectivo o un puesto de trabajo. Se aplica también a la distancia entre el plano de trabajo y el respaldo. Esta medida es solamente una referencia mínima, ya que debe agregarse más espacio para obtener comodidad y seguridad.



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
ECUADOR

LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

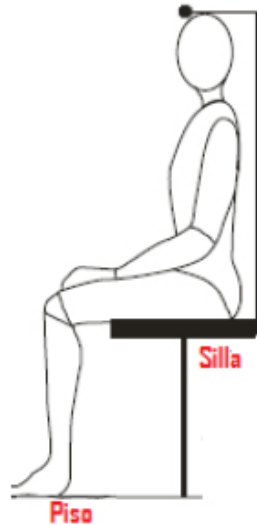


MEDIDAS TOMADAS EN POSICION SEDENTE

1. ESTATURA SENTADO

DESCRIPCION

Se mide con el antropómetro y se registra en milímetros. Es la distancia del plano del asiento al plano más alto de la cabeza o sea desde el piso hasta el vértex.



APLICACIÓN

Medida indicativa de la altura de techos o salientes situados por encima de un puesto de trabajo que se realiza en posición sentado. Por ejemplo, los toldos o techos de vehículos. Desde luego que es un indicador al que debe darse un margen de comodidad. También debe considerarse que en algunos trabajos es necesario tomar en cuenta la altura de peinados o cascos.

2. ALTURA AL OJO EN POSICION SENTADO

DESCRIPCION

Se mide con el antropómetro y se registra en milímetros. Es la distancia del plano del asiento donde se estará sentado hasta los ojos.

APLICACIÓN

Establece el horizonte óptico en posición sentado como lo hace la medida 3 en posición de pie.





UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
ECUADOR

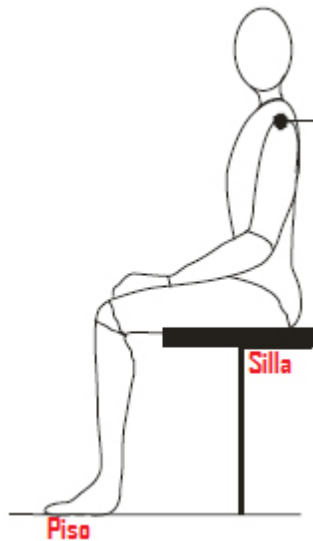
LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

3. ALTURA AL HOMBRO EN POSICIÓN SENTADO

DESCRIPCION

Se mide con el antropómetro y se registra en milímetros. Es la distancia del plano del asiento donde se estará sentado hasta los hombros.



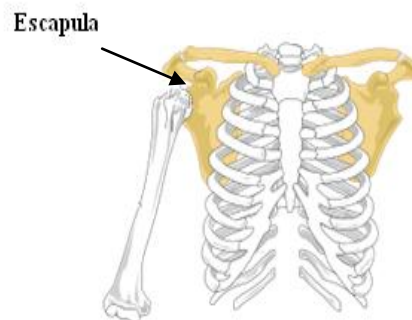
APLICACIÓN

Establece el ángulo superior del polígono de coordinación viso - manual en posición sentado.

4. ALTURA SUBSCAPULAR EN POSICIÓN SENTADO

DESCRIPCION

Se mide con el antropómetro y se registra en milímetros. Es la distancia del plano del asiento al ángulo de la escápula: vértice inferior formado por la unión del borde medial y el axilar del hueso.





UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
ECUADOR

LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

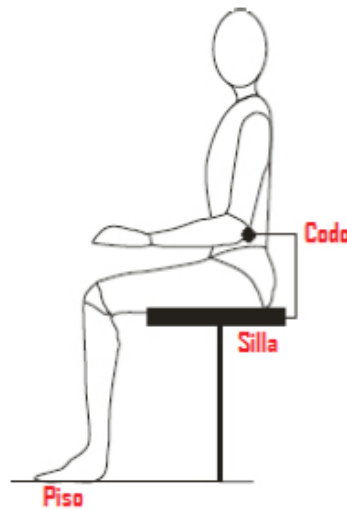
APLICACIÓN

Establece la altura máxima del borde superior del respaldo de los asientos.

5. ALTURA AL CODO EN POSICIÓN SENTADO

DESCRIPCION

Se mide con el antropómetro y se registra en milímetros. Es la distancia del plano del asiento al borde inferior del olecranon.



APLICACIÓN

Límite inferior del polígono de coordinación viso - motora, en posición sentada. Cuando se trabaja con los codos apoyados sobre el plano de trabajo, se recomienda que el borde de dicho plano se encuentre biselado.

6. ALTURA DE LA CRESTA ILÍACA EN POSICIÓN SENTADO

DESCRIPCION

Se mide con el antropómetro y se registra en milímetros. Es la distancia entre el plano del asiento y el borde superior y más lateral de la cresta ilíaca.





LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

APLICACIÓN

Determina la altura del borde inferior del respaldo de los asientos.

7. ALTURA AL MUSLO EN POSICIÓN SENTADO

DESCRIPCION

Se mide con el antropómetro y se registra en milímetros. Es la distancia del plano del asiento al punto más alto del muslo, los pies apoyándose sobre el suelo.

APLICACIÓN

Determina que distancia debe quedar libre entre el plano del asiento y la superficie inferior del plano de trabajo, cuando el sujeto trabaja sentado. Se recomienda conceder holgura a dicho espacio.

8. ALTURA POPLITEA EN POSICION SENTADO

DESCRIPCION

Es la distancia del piso al plano más bajo del hueco poplíteo estando el sujeto sentado y con el muslo flexionado en ángulo recto, en relación con la pierna.

El **hueco poplíteo** es una región anatómica del miembro inferior humano situada por la espalda de la rodilla, a medio camino entre muslo y pierna. ES un espacio romboidal con cuatro límites y un contenido.



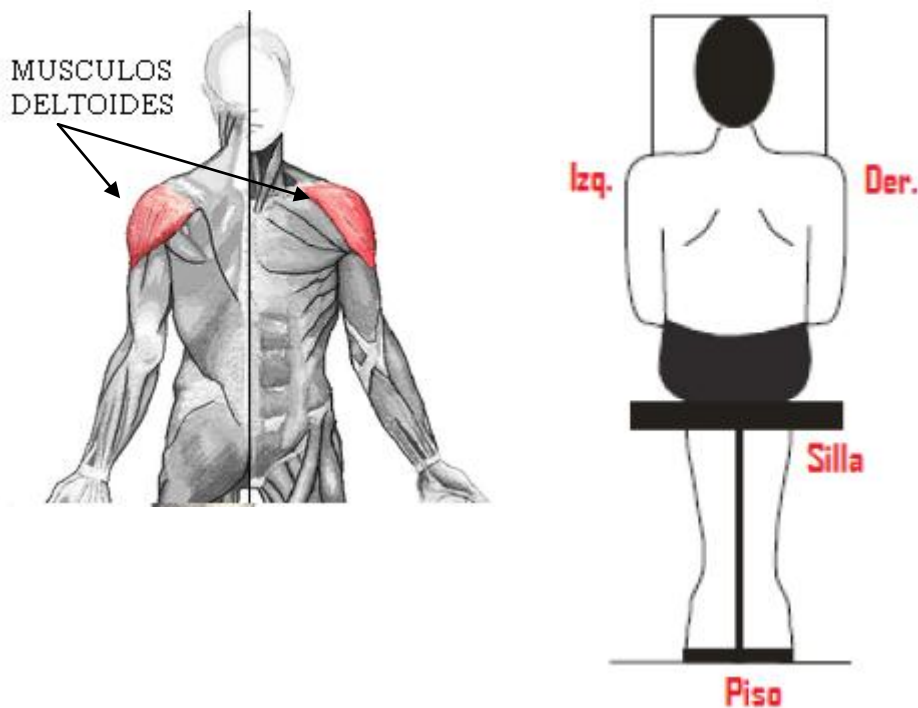
APLICACIÓN

Determina la altura del borde inferior del asiento, en relación con el piso. Se recomienda que el borde posterior sea menos alto que el anterior, para permitir una inclinación aproximada del asiento de 5 grados. Esta medida se corrige, procurando que entre el borde del asiento y el plano de apoyo del muslo sobre el asiento haya un espacio libre de uno a dos centímetros, cuando el sujeto tiene los pies apoyados sobre el piso. Debe considerarse la altura del calzado

9. ANCHURA BIDELTOIDEA DEL HOMBRO

DESCRIPCION

Se mide con el antropómetro, equipado con dos ramas rectas, en forma de compás de corredera y se registra en milímetros. Es la distancia máxima entre las partes más salientes de los músculos deltoides, cuidando de no comprimir los tejidos blandos.



APLICACIÓN

Es la referencia para establecer el espacio lateral que requieren las personas en espacios restringidos como elevadores o el transporte público. También es útil cuando se trabaja “hombro con hombro”.

10. ANCHURA A LA ALTURA DE LA CADERA EN POSICIÓN SENTADO

DESCRIPCION

Se mide con el antropómetro, equipado con dos ramas rectas, en forma de compás de corredera y se registra en milímetros. Se mide con el sujeto sentado y entre los planos más laterales de la cadera o del muslo, cuidando de no comprimir los tejidos blandos.



LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

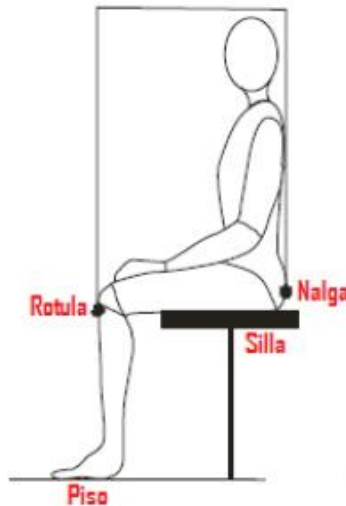
APLICACIÓN

Es la referencia para calcular el ancho de la superficie del asiento, desde luego, concediendo holgura.

11. LONGITUD NALGA-RODILLA

DESCRIPCION

Se mide con el antropómetro, equipado con dos ramas rectas, en forma de compás de corredera y se registra en milímetros. Es la distancia entre el plano más posterior de la nalga hasta el más anterior de la rodilla, estando el muslo en ángulo recto, con relación al tronco. La distancia puede no ser paralela al plano horizontal.



APLICACIÓN

Se emplea para determinar la profundidad mínima del espacio bajo el plano de trabajo, cuando el sujeto trabaja sentado, de tal forma que pueda colocar los muslos con comodidad. Debe calcularse suficiente holgura, considerando la longitud del pie.

12. LONGITUD NALGA-POPLÍTEA

DESCRIPCION

Se mide con el antropómetro, equipado con dos ramas rectas, en forma de compás de corredera y se registra en milímetros. Es la distancia entre el plano más posterior de la nalga al plano más posterior del hueco poplíteo, estando el muslo en ángulo recto, con relación al tronco.



LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

APLICACIÓN

Se emplea para determinar la longitud antero posterior (adjetivo, de delante atrás) máxima del asiento. Conviene restarle 5 cm, para evitar que el borde anterior del asiento lastime la parte posterior del muslo, al tiempo que se permite que el sujeto recargue su espalda de manera cómoda sobre el respaldo

MEDIDAS DE LAS MANOS Y EL PIE

1. LONGITUD DE LA MANO

DESCRIPCION

Se mide con el compás de ramas rectas y se registra en milímetros. Es la distancia entre el pliegue de la piel, más proximal de la muñeca, hasta el punto más distal del dedo medio.

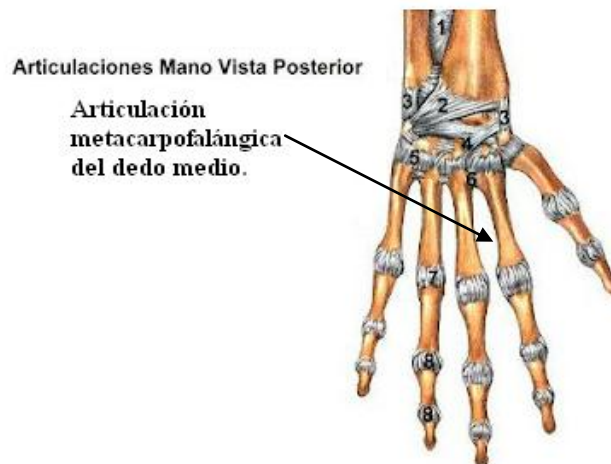
APLICACIÓN

Se emplea para el diseño de guantes. Es la referencia para el espacio de movimiento de la mano, a partir de la muñeca.

2. LONGITUD DE LA PALMA DE LA MANO

DESCRIPCION

Se mide con el compás de ramas rectas y se registra en milímetros. Es la distancia entre el pliegue de la piel, más proximal de la muñeca hasta la articulación metacarpo-falángica del dedo medio.





LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

APLICACIÓN

Se emplea para el diseño de guantes y otros elementos de protección de la mano. Es la referencia para establecer el diferencial entre el movimiento de los dedos y la palma de la mano y los espacios de movimiento antero posteriores de la mano.

3. ANCHURA MÁXIMA DE LA PALMA DE LA MANO

DESCRIPCION

Se mide con el compás de ramas rectas y se registra en milímetros. Es la distancia entre los planos más laterales de la palma, perpendiculares al eje de la mano, cuidando de no comprimir los tejidos blandos.

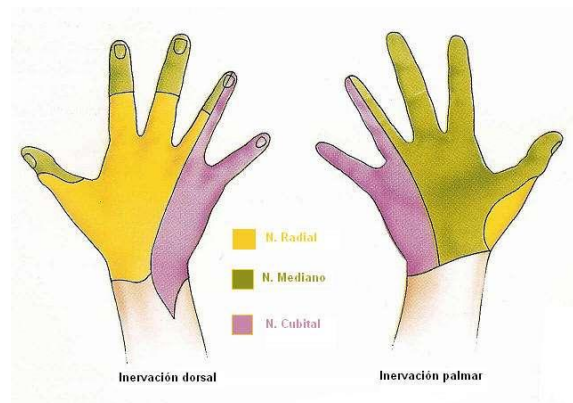
APLICACIÓN

Se emplea para el diseño de guantes y otros elementos de protección de la mano. Es indicador del espacio de movimiento lateral de la mano.

4. ANCHURA MÁXIMA DE LA MANO CON EL PULGAR

DESCRIPCION

Se mide con el compás de ramas rectas y se registra en milímetros. Es la distancia del plano cubital de la palma al borde más lateral del pulgar, estando dicho dedo pegado suavemente a la palma, cuidando de no comprimir los tejidos blandos.



APLICACIÓN

Se emplea para el diseño de guantes y otros elementos de protección de la mano.

5. ESPESOR DE LA MANO

DESCRIPCION

Se mide con el compás de ramas rectas y se registra en milímetros. Es la medida del espesor máximo de la mano, medido sobre nudillos.



LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

APLICACIÓN

Se emplea para el diseño de guantes y otros elementos de protección de la mano.

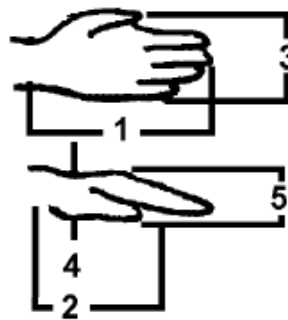
6. DIÁMETRO DE EMPUÑADURA

DESCRIPCION

Para tomar esta medida se emplea un cono de medición y se pide al sujeto que una su pulgar e índice y recorra el cono hasta encontrar el diámetro que le permita mantener los dedos juntos, con suavidad. Se mide el diámetro del cono en ese lugar.

APLICACIÓN

Se utiliza como referencia para encontrar el diámetro cómodo para palancas y asas.



7. LONGITUD DEL PIE

DESCRIPCION

Se mide con el compás de ramas rectas y se registra en milímetros. Es la distancia del plano más posterior del talón, el más anterior de los artejos (nudillo)

APLICACION

Se aplica para el diseño de calzado y como referencia para el movimiento antero posterior de los pies.

8. ANCHURA MÁXIMA DEL PIE

DESCRIPCION

Se mide con el compás de ramas rectas y se registra en milímetros. Es la anchura máxima del pie, donde se le encuentre.

APLICACIÓN

Se aplica para el diseño del calzado y como referencia para el movimiento lateral de los pies.



LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

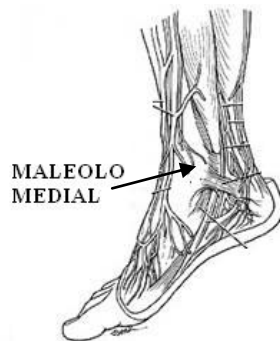
9. ALTURA DEL PIE

DESCRIPCION

Se mide con el compás de ramas rectas y se registra en milímetros. Es la distancia entre el piso y la parte más saliente del maléolo medial.

APLICACIÓN

Se aplica para el diseño de calzado y como referencia para el movimiento de los pies.



5. DESARROLLO

- Revisar que todos los instrumentos de medición estén en óptimas circunstancias y perfectamente calibrados en el caso que lo amerite.
- En las tablas 1 y 2 registre las medidas antropométricas de sus compañeros.
- Desarrollar el procedimiento estadístico para calcular el valor de los percentiles como la media y desviación estándar de cada medida antropométrica. 5%: Para que la población de medidas pequeñas esté cómoda en las posturas de altos y largos. 50%: Dirigida para aquellas medidas que no requieren inclinación hacia ningún tamaño de la población, ejemplo alcances y longitudes. 95%: Para que la población con medidas grandes esté cómoda en las posturas de anchos y soportes.

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR											
LABORATORIO DE INGENIERIAS											
LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL											
MEDIDAS ANTROPOMETRICAS											
PERSONAS											
	MEDIDA	1	2	3	4	5	6	7	INSTRUMENTO UTILIZADO		
1	PESO										
2	ESTATURA										
3	ALTURA DEL OJO										
4	ALTURA AL MENTON										
5	ALTURA DEL HOMBRO										
6	ALTURA DEL CODO										
7	ALTURA INFERIOR DE PRESION EN POSICION DE PIE										
8	ALTURA AL TROCANTER										
9	ALCANCE MAXIMO VERTICAL										
10	ALCANCE DE PRESION FINA										
11	ALCANCE DE PRESION DE FUERZA										
12	PROFUNDIDAD MAXIMA DEL CUERPO										

MEDIDAS ANTROPOMETRICAS													
PERSONAS													
MEDIDA	8	9	10	11	12	13	14	INSTRUMENTO UTILIZADO					
1 PESO													
2 ESTATURA													
3 ALTURA DEL OJO													
4 ALTURA AL MENTON													
5 ALTURA DEL HOMRO													
6 ALTURA DEL CODO													
7 ALTURA INF. DE PRESION EN POS. DE PIE													
8 ALTURA AL TROCANTER													
9 ALCANCE MAXIMO VERTICAL													
10 ALCANCE DE PRESION FINA													
11 ALCANCE DE PRESION DE FUERZA													
12 PROFUNDIDAD MAXIMADEL CUERPO													

MEDIDAS ANTROPOMETRICAS									
PERSONAS									
MEDIDA	1	2	3	4	5	6	7	INSTRUMENTO UTILIZADO	
1 ESTATURA SENTADO									
2 ALTURA AL OJO EN POSICIÓN SENTADO									
3 ALTURA AL HOMBRO EN POSICIÓN SENTADO									
4 ALTURA SUBSCAPULAR EN POSICIÓN SENTADO									
5 ALTURA AL CODO EN POSICIÓN SENTADO									
6 ALTURA DE LA CRESTA ILÍACA EN POSICIÓN SENTADO									
7 ALTURA AL MUSLO EN POSICIÓN SENTADO									
8 ALTURA POPLÍTEA EN POSICIÓN SENTADO									
9 ANCHURA BIDELOIDEA DEL HOMBRO									
10 ANCHURA A LA ALTURA DE LA CADERA EN POSICIÓN SENTADO									
11 LONGITUD NALGA-RODILLA									
12 LONGITUD NALGA-POPLÍTEA									

MEDIDAS ANTROPOMETRICAS													
PERSONAS													
INSTRUMENTO UTILIZADO													
MEDIDA	8	9	10	11	12	13	14						
1 ESTATURA SENTADO													
2 ALTURA AL OJO EN POSICIÓN SENTADO													
3 ALTURA AL HOMBRO EN POSICIÓN SENTADO													
4 ALTURA SUBSCAPULAR EN POSICIÓN SENTADO													
5 ALTURA AL CODO EN POSICIÓN SENTADO													
6 ALTURA DE LA CRESTA ILÍACA EN POSICIÓN SENTADO													
7 ALTURA AL MUSLO EN POSICIÓN SENTADO													
8 ALTURA POPLÍTEA EN POSICIÓN SENTADO													
9 ANCHURA BIELTOIDEA DEL HOMBRO													
10 ANCHURA A LA ALTURA DE LA CADERA EN POSICIÓN SENTADO													
11 LONGITUD NALGA-RODILLA													
12 LONGITUD NALGA-POPLÍTEA													

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR			LABORATORIO DE INGENIERIAS		
			LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL		
TIPO DE MEDIDA	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	TIPO DE MEDIDA	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR
PESO			ESTATURA SENTADO		
ESTATURA			ALTURA AL OJO EN POSICION SENTADO		
ALTURA DEL OJO			ALTURA AL HOMBRO EN POSICION SENTADO		
ALTURA AL MENTON			ALTURA SUBSCAPULAR EN POSICION SENTADO		
ALTURA DEL HOMBRO			ALTURA AL CODO EN POSICION SENTADO		
ALTURA DEL CODO			ALTURA DE LA CRESTA ILIACA EN POSICION SENTADO		
ALTURA INF. DE PRESION EN POS. DE PIE			ALTURA AL MUSLO EN POSICION SENTADO		
ALTURA AL TROCANTER			ALTURA POPITEA EN POSICION SENTADO		
ALCANCE MAXIMO VERTICAL			ANCHURA BIELTOIDEA DEL HOMBRO		
ALCANCE DE PRESION FINA			ANCHURA A LA ALTURA DE LA CADERA EN POSICION SENTADO		
ALCANCE DE PRESION DE FUERZA			LONGITUD NALGA - RODILLA		
PROFUNDIDAD MAXIMA DEL CUERPO			LONGITUD NALGA-POPLITEA		

5. CALCULOS Y RESULTADOS

Cálculo de los percentiles

Para calcular el valor de una medida en un percentil determinado, se requiere conocer la desviación estándar y la media de la población, y aplicar la siguiente fórmula:

$$P_{\%} = \bar{x} \pm Z_{\alpha} \sigma$$

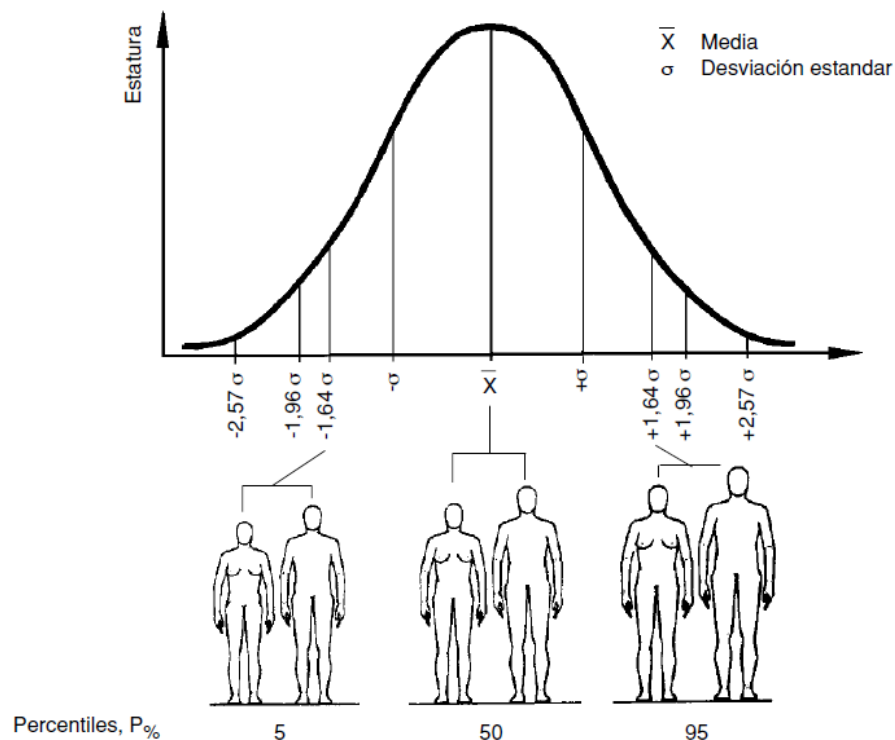
Donde:

P será la medida del percentil en centímetros, o sea el intervalo dónde se incluye el porcentaje de la población o muestra.

$\bar{X}$ Media o promedio de los datos. X

σ Desviación estándar de los datos.

Z_{α} Grado de confiabilidad.





UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
ECUADOR

LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

Cálculo de medidas

1. Ordenar de menor a mayor todas las medidas que hemos realizado y las que necesitamos
2. Calcular en qué posición cubre el percentil 95 de la población aplicando esta fórmula

$$P_x = \frac{x(m+1)}{100}$$

P_x= Posición que cubre el percentil

x= percentil (sea 95 si queremos cubrir el 95% de población etc.)

m= número de muestras que tenemos

3. Diseñar el puesto de trabajo y la puerta.

6. CONCLUSIONES



LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

7. CUESTIONARIO

Con sus palabras indique

1. ¿Para qué sirve la medida del alcance máximo vertical?
2. ¿Para qué se utiliza los percentiles en la antropometría?
3. ¿Qué es el maléolo medial?

INFORME

El informe a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

1. Tema.
2. Objetivos.
3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
4. Procedimiento de la práctica.
5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
6. Análisis de resultados.
7. Conclusiones.
8. Bibliografía.
9. Anexos (Cuestionario resuelto).

8. BIBLIOGRAFIA

<http://es.scribd.com/doc/34253448/ANTROPOMETRIA>

http://es.encydia.com/gl/Hueco_popl%C3%ADteo

http://es.wikipedia.org/wiki/M%C3%BAsculo_deltoides

http://es.wikipedia.org/wiki/Cresta_il%C3%ADaca

http://lavidadeldeportista.blogspot.com/2010/10/articulaciones-del-miembro-superior_168.html

<http://anatomiahumana6qb.wikispaces.com/Anatomia>

<http://www.cto-am.com/neuropatias.htm>

<http://www.tutraumatologo.com/tarso.html>

http://www.escuelaing.edu.co/programas/ing_industrial/laboratorios/LCTR/antropometria.pdf

<http://es.scribd.com/doc/55899753/Tratado-de-Anatomia-Humana>

http://www.escuelaing.edu.coprogramasing_industriallaboratoriosLCTRantropometria

H. B. MAYNAR, J. M. VALLHONRAT, 1985 Manual de Ingeniería y Organización Industrial. Edit. Reverté, 3ra Edición

3.5.2 Iluminación

		LABORATORIO DE INGENIERIAS	
		LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL	
PRACTICA N°	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
2	120 MIN	ILUMINACION	SEGURIDAD INDUSTRIAL

1. OBJETIVOS

- Reconocer la importancia de contar con un adecuado sistema de iluminación en el centro de trabajo, el cual proporcione una visibilidad confortable y eficiente al realizar las tareas, ayudando así además de mejorar la productividad a mantener segura el área laboral (prevención de accidentes) y la salud visual-mental de los trabajadores.
- Conocer los instrumentos necesarios para evaluar los niveles de iluminación en el área laboral y su funcionamiento.
- Evaluar con el método oficial, los niveles de iluminación en el área de trabajo y determinar si son adecuados para la salud del trabajador.
- Identificar medidas para lograr que los niveles de iluminación sean los apropiados para el correcto desempeño de los trabajadores.

2. METODO

Mediante la utilización del instrumento necesario para el desarrollo de la práctica se tomará las mediciones en los puntos que sean asignados por el profesor en un grupo de 5 estudiantes, además para una de las pruebas que consiste en llenar la prueba de Toulouse-Pieron un estudiante se hará cargo del cronómetro hasta que todos sus compañeros hayan llenado esos anexos, cuando esto haya ocurrido pasará el cronómetro a otro compañero para que este se encargue de la medición de sus anexos.

3. EQUIPOS Y MATERIALES

- Luxómetro



- Cronómetro



 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

4. MARCO TEORICO

Según el Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y mejoramiento del Medio Ambiente del Trabajo en el reglamento ejecutivo 2393, RO.565 del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social del artículo 56 en el apartado 1 indica que:

1. Todos los lugares de trabajo y tránsito deberán estar dotados de suficiente iluminación natural o artificial, para que el trabajador pueda efectuar sus labores con seguridad y sin daño para los ojos

Los niveles mínimos de iluminación se calcularán en base a la siguiente tabla

ILUMINACION MINIMA	ACTIVIDADES
20 Luxes	Pasillos, patios y lugares de paso.
50 luxes	Operaciones en las que la distinción no sea esencial, como manejo de material, desechos de mercancías, embalaje, servicios higiénicos.
100 luxes	Cuando sea necesario una ligera distinción de detalles como: fabricación de productos de hierro y acero, taller de textiles y de industrias manufactureras, salas de máquinas y calderos, ascensores
200 luxes	Si es necesaria una distinción esencial de detalles, tales como talleres de metal mecánica, costura, industria de conservas,
300 luxes	Siempre que sea esencial la distinción media de detalles, tales como: trabajo de montaje, pintura a pistola, tipografía, contabilidad, taquigrafía.
500 luxes	Trabajos en que sea indispensable una fina distinción de detalles, bajo condiciones de contraste, tales como: corrección de pruebas fresado y torneado, dibujo.
1000 luxes	Trabajos que exijan una distinción extremadamente fina o bajo condiciones difíciles, tales como: trabajos con colores o artísticos, inspección delicada, montajes de precisión electrónicos, relojería.

2. los valores especificados se refieren a los respectivos planos de operación de las máquinas o herramientas, y habida cuenta de que los factores de deslumbramiento y uniformidad resulten aceptables.

Art. 57.- Iluminación artificial

1. Norma General.- En las zonas de trabajo que por su naturaleza carezcan de iluminación natural, sea esta insuficiente, o se proyecten sombras que dificulten las operaciones, se empleará la iluminación artificial adecuada, que deberá ofrecer garantías de seguridad, no viciar la atmósfera del local ni presentar peligro de incendio o explosión. Se deberán señalar y especificar las áreas que de conformidad con las disposiciones del presente reglamento y de otras normas que tengan relación con la energía eléctrica, puedan constituir un peligro.

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

Se calcula que entre 75 y 80% de la información que una persona requiere para realizar un trabajo se adquiere a través de la vista. Es difícil imaginarse alguna tarea que no esté directamente relacionada con el sentido de la vista, pues es éste el medio principal del ser humano para captar datos, imágenes, objetos, etc. Por lo anterior, es comprensible que la iluminación sea uno de los factores más importantes a considerar en el diseño de un área de trabajo: la iluminación repercute directamente en la visibilidad, que a su vez impacta de manera muy importante en la productividad y el rendimiento de los trabajadores. De la misma manera, una iluminación inadecuada puede tener serios efectos adversos: visibilidad insuficiente y deslumbramiento son causas frecuentes de accidentes laborales. A pesar de su gran importancia, la iluminación es con frecuencia descuidada en el diseño y operación de los centros de trabajo. Esto se debe a que los efectos de una mala iluminación no son muy evidentes y no ponen directamente en riesgo la vida de los trabajadores. Por ello se vuelve indispensable, además de mantener un monitoreo constante de los niveles de iluminación, observar principios básicos de diseño de los sistemas de iluminación de acuerdo a las instalaciones, las tareas a realizar, la distribución de planta, etc.

LA LUZ:

A pesar de los grandes avances de la ciencia, el comportamiento de la luz no ha logrado ser explicado en su totalidad. Incluso, no existe una definición generalizada de la luz. Algunas veces, la luz presenta un comportamiento ondulatorio, en otras se comporta de manera corpuscular, es decir, existe una dualidad en las características de la luz que aún no ha sido explicada satisfactoriamente. Por ello y por cuestiones prácticas, vamos a analizar la luz desde su naturaleza ondulatoria.

Analizando la luz desde su naturaleza ondulatoria: ésta se compone de ondas electromagnéticas. Todos los cuerpos calientes emiten este tipo de ondas, pero sólo un pequeño rango del espectro electromagnético es visible. Este rango comprende las ondas con una longitud de entre 400 y 700 nm. Como cualquier otro tipo de onda electromagnética.

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
La luz se propaga en el vacío. La luz blanca está formada por ondas con todas las longitudes comprendidas en el espectro visible, es decir, por ondas con longitudes entre 400 y 700 nm. Esto se puede comprobar al hacer pasar un haz de luz blanca a través de un prisma, la luz se descompone en 7 colores fundamentales. Las longitudes de onda menores de 450 nm corresponden al color violeta, y las mayores de 650 nm al rojo. Esto explica la percepción de los colores. Las ondas electromagnéticas cuya longitud de onda es menor o mayor a los límites del espectro visible se llaman ultravioleta e infrarrojas respectivamente, y no son capaces de estimular el ojo humano. A pesar de que se habla de un espectro de luz visible, la luz no se ve, sólo pueden verse la fuente emisora y los objetos contra los que choca. Esto se puede entender mejor al explicar el fenómeno de la visión. Cuando la luz sale de la fuente emisora, se propaga en todas direcciones. Al chocar con algún objeto, las ondas luminosas se reflejan y son captadas por el ojo humano, donde son transformadas en impulsos nerviosos y traducidas por el cerebro en imágenes. Cuando la onda luminosa choca con un objeto, no toda su energía es reflejada por el objeto ya que una parte de dicha energía es absorbida por éste. Las partes absorbidas y reflejadas dependen directamente del color del objeto. Un objeto absorberá en su totalidad las ondas que correspondan a su color y reflejará las de su color complementario, ejemplo- un objeto amarillo absorberá todas las ondas que corresponden al color amarillo y reflejará las ondas que corresponden al color azul. Se puede decir entonces, que las cosas no son realmente del color que las vemos, sino de su color complementario. Continuando ahora con la importancia del color, su uso más importante es mejorar las condiciones ambientales de los trabajadores al proporcionar un bienestar visual. Los colores son útiles para reducir los contrastes fuertes, resaltar los peligros y llamar la atención a ciertas características del entorno de trabajo. La siguiente tabla ilustra los efectos emocionales y psicológicos significativos de los colores principales:	

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

Color	Significado	Su uso aporta	El exceso produce
BLANCO	Pureza, inocencia, optimismo	Purifica la mente a los más altos niveles	---
LAVANDA	Equilibrio	Ayuda a la curación espiritual	Cansado y desorientado
PLATA	Paz, tenacidad	Quita dolencias y enfermedades	---
GRIS	Estabilidad	Inspira la creatividad Simboliza el éxito	---
AMARILLO	Inteligencia, alentador, tibieza, precaución, innovación	Ayuda a la estimulación mental Aclara una mente confusa	Produce agotamiento Genera demasiada actividad mental
ORO	Fortaleza	Fortalece el cuerpo y el espíritu	Demasiado fuerte para muchas personas
NARANJA	Energía	Tiene un agradable efecto de tibieza Aumenta la inmunidad y la potencia	Aumenta la ansiedad
ROJO	Energía, vitalidad, poder, fuerza, apasionamiento, valor, agresividad, impulsivo	Usado para intensificar el metabolismo del cuerpo con efervescencia y apasionamiento Ayuda a superar la depresión	Ansiedad de aumentos, agitación, tensión
PÚRPURA	Serenidad	Útil para problemas mentales y nerviosos	Pensamientos negativos
AZUL	Verdad, serenidad, armonía, fidelidad, sinceridad, responsabilidad	Tranquiliza la mente Disipa temores	Depresión, aflicción, pesadumbre
AÑIL	Verdad	Ayuda a despejar el camino a la consciencia del yo espiritual	Dolor de cabeza
VERDE	Ecuanimidad inexperta, acaudalado, celos, moderado, equilibrado, tradicional	Útil para el agotamiento nervioso Equilibra emociones Revitaliza el espíritu Estimula a sentir compasión	Crea energía negativa
NEGRO	Silencio, elegancia, poder	Paz. Silencio	Distante, intimidatorio

2. LA VISIBILIDAD E ILUMINACIÓN

La visibilidad es la claridad con la que las personas ven algo. Depende de varios factores como el tamaño del objeto, la distancia del objeto a los ojos, la intensidad de la luz, el color del objeto, el contraste cromático y luminoso con el fondo, etc. Es necesario tomar en cuenta todos estos factores sobre todo cuando se requiere un nivel alto de visibilidad, como en trabajos de precisión y/o con objetos muy pequeños, en los que es necesario tener un control estricto de los niveles de iluminación. La luz que nos ayuda a ver, proviene tanto de la fuente luminosa como de los objetos que la reflejan, su caudal se denomina flujo luminoso. Como la luz se propaga de manera esférica, un objeto que esté cerca de la fuente interceptará un Flujo luminoso mayor que uno que está lejos, pues las ondas se van dispersando en el espacio conforme crece la distancia. Consideremos una fuente puntual de luz con cierto flujo o intensidad luminosa en el centro de una esfera de 1m de diámetro.



LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

Si delimitamos un área de 1m^2 sobre la superficie de la esfera, habrá una cantidad de luz determinada interceptada por dicha superficie. Esta cantidad de luz que llega a la superficie disminuye según el cuadrado de la distancia en metros de la fuente a la superficie.

Podemos definir mejor ahora a la iluminación como el flujo luminoso que incide por unidad de superficie. Y la cantidad de luz delimitada en un área sobre una superficie se llama lux (su unidad de medida). La iluminación no sólo depende de la intensidad de la fuente, sino del color y la capacidad de absorción de las superficies reflejantes. La cantidad reflejada se determina por la propiedad de reflexión de la superficie (factor de reflexión o reflectancia). La reflectancia es una proporción sin unidades entre 0 y 100%. El papel de alta calidad tiene una reflectancia alrededor del 90%, el periódico y el concreto casi 55%, y el cartón 30%. En la siguiente tabla se presentan un ejemplo las reflectancias para distintos colores que se utilizan en la construcción:

Material de paredes	Reflectancia %	Absortancia %
Ladrillo rojo	12	88
Madera lisa	22	80
Concreto	35	65
Hoja de aluminio pulido reflectora	88	12
Pintura negra	5	95
Pintura gris oscura	9	91
Pintura marrón media	16	84
Pintura blanca semi-brillante	43	57
Pintura blanca brillante	75	25

El reflejo es el brillo excesivo en el campo de visión, esta luz excesiva se disipa en la córnea, los anteojos e incluso en los lentes de contacto disminuyendo la Visibilidad, por lo tanto, tiene que ver con el deslumbramiento (cualquier brillo que produce molestia, interferencia con la visión o fatiga visual). El reflejo puede ser directo, si lo causan fuentes de luz que se encuentran dentro del campo visual, o bien indirecto, si alguna superficie en el campo de visión refleja la luz. Para medir la iluminación, se emplea un instrumento llamado luxómetro, compuesto por una foto celda que capta los rayos luminosos y determina la capacidad de iluminación de una superficie.

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

3. FUENTES DE LUZ:

Al determinar los requerimientos de iluminación de un área de trabajo, se deben seleccionar las fuentes adecuadas de luz artificial. Dos parámetros son los relacionados a la hora de decidir: Eficiencia (luz producida por unidad de energía; lumen/wat) y Rendimiento de color.

La eficiencia se relaciona con el costo; las fuentes de luz eficientes reducen el consumo de energía. El rendimiento de color se relaciona con la aproximación con que los colores percibidos del objeto observado coinciden con los percibidos del mismo objeto iluminado con fuentes de luz estándar. Las fuentes más comunes de iluminación industrial son las luminarias (lámparas), y se clasifican de acuerdo a la forma en que producen la luz:

- a) Radiación térmica: Por incandescencia de un filamento que emite luz de espectro continua, abarcando todo el espectro visible.
- b) Descarga eléctrica: Se genera por descargas eléctricas en una masa gaseosa. El tipo de luz que emiten está determinada por la naturaleza del gas.
- c) Fluorescencia: Se produce cuando ciertas sustancias absorben energía de radiaciones ultravioleta generando así energía luminosa.

De manera más amplia, los principales tipos de luz artificial son mostrados en la siguiente tabla:

TIPO	EFICIENCIA (Lm/W)	RENDIMIENTO DEL COLOR	COMENTARIOS
Incandescente	17-23	Bueno	De uso más común pero el menos eficiente, el costo de la lámpara bajo pero en su vida útil menos de un año
Fluorescente	50-80	Aceptable	El rendimiento y la eficiencia varían de acuerdo al tipo de lámpara, lo cual puede ayudar a reducir el costo de la energía, su vida útil varía de 5 a 8 años
De Mercurio	50-55	Deficiente	Tienen una vida útil larga de 9 a 12 años pero su eficiencia se reduce de acuerdo al paso del tiempo
De Sodio a alta presión	85-125	Aceptable	Con una eficiencia muy buena, su vida útil es de 3 a 6 años con un periodo de utilización de 12 horas por día

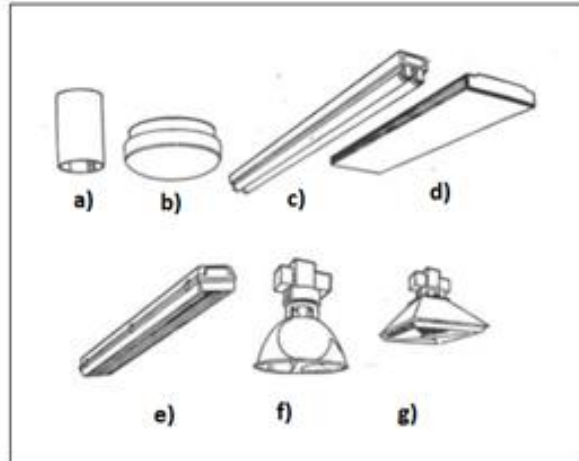


UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
ECUADOR

LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

4. TIPOS DE LAMPARAS INDUSTRIALES:



Tipos de luminarias industriales para montar en el techo:

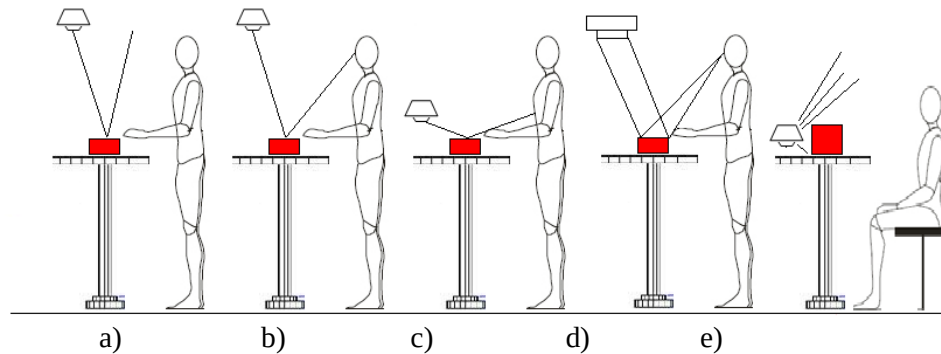
- a) Luz hacia abajo
- b) Difusa
- c) Luz hacia abajo
- d) Difusa
- e) Lugares húmedos
- f) Nave alta
- g) Nave baja

5. TIPOS DE ILUMINACIÓN:

- General: diseñada para iluminar un área sin considerar necesidades especiales.
- Complementaria: diseñada para aumentar la iluminación en lugares específicos.
- Localizada: diseñada para proporcionar iluminación donde se requiera mucha precisión.
-

Debido a que la mayoría de los trabajos requerirán una luz suplementaria para la tarea, esto se podrá proporcionar de varias maneras, según la naturaleza de la tarea, algunos ejemplos se muestran en la siguiente figura.

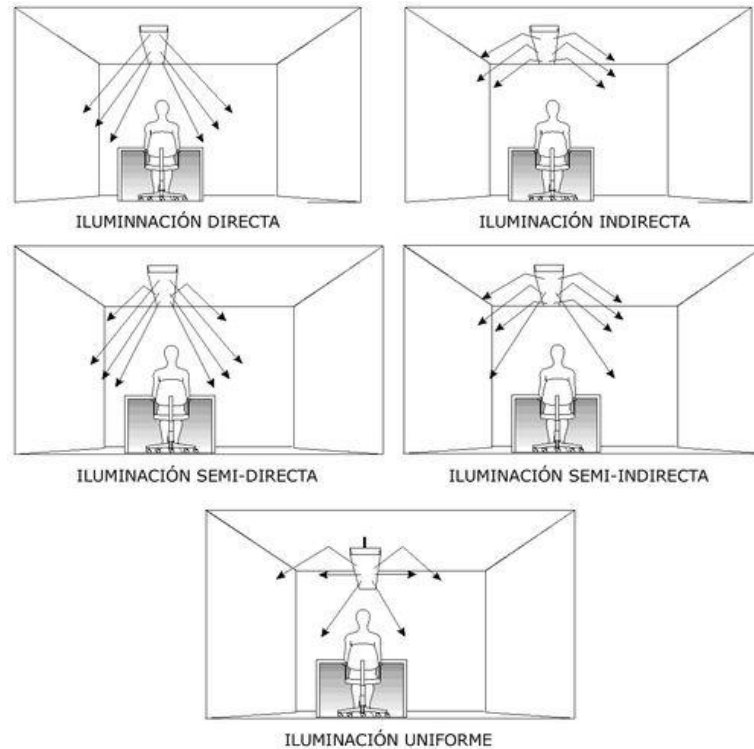
Ejemplos de colocación de luminarias suplementarias



- a) Luminaria para prevenir reflejos y reflexiones que velan la visión, la luz reflejada no coincide con el ángulo de visión.
- b) La luz reflejada coincide con el ángulo de visión.
- c) Luz de ángulo.
- d) La fuente y el patrón de la superficie se reflejan hacia el ojo.
- e) Iluminación traslucida desde una fuente difusa.

6. TIPOS DE LUMINARIAS:

- Directas: emiten prácticamente toda la luz (90-100%) hacia abajo del centro focal de la luminaria.
- Semis-directas: emiten del 60 al 90% de su flujo luminoso hacia abajo.
- Uniforme: emiten la misma cantidad de flujo luminoso en todas direcciones, es una combinación de iluminación directa e indirecta.
- Indirectas: emiten del 90 al 100% de su flujo total hacia arriba, es decir hacia el techo, el cual refleja a su vez la luz hacia abajo.
- Semis-indirectas: dirigen del 60 al 90% de su flujo hacia arriba y de 40 a 10% hacia abajo.



7. DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN:

Es el conjunto de luminarias destinadas a proporcionar un nivel de iluminación para la realización de actividades específicas. El propósito es proporcionar una visibilidad confortable y eficiente al realizar las tareas, así como ayudar a mantener un área laboral segura.

Los factores para diseñar un sistema de iluminación son:

- Con respecto a la tarea: preparar una lista de las tareas que requieren iluminación diferente a la iluminación general.
- Con respecto al área de trabajo: considerando el efecto de los colores y los reflejos en la visibilidad.
- Con respecto a la luminaria: elegir la luminaria que proporcione la iluminación mínima necesaria por el trabajador pero sin dejar de considerar su costo.
- Con respecto a la distribución: la distribución de las luminarias debe ser tal que proporcione una iluminación adecuada a cada tarea específica.

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

8. CONTROL DESPUÉS DE LA EVALUACIÓN

Entre las medidas de control a aplicar en áreas de trabajo y tareas donde exista deslumbramiento o deficiencia de iluminación, se debe dar mantenimiento al equipo de iluminación, modificar su distribución o cambiarlo totalmente, también puede que sea necesario instalar iluminación complementaria o localizarla donde se requiera una mayor iluminación. Se debe elaborar y cumplir un programa de implantación de las medidas de control a desarrollar. Una vez que se han realizado las medidas de control, se tiene que efectuar una nueva evaluación para verificar que las nuevas condiciones de iluminación cumplen con lo establecido en la norma.

5. DESARROLLO

- a) Dentro del laboratorio, definir el área donde se llevará a cabo el estudio y análisis de la iluminación actual.
- b) Determinar el tipo de tareas que se desempeñan en el área, ya sea a través de la inspección visual al realizar recorridos, o bien, leyendo los manuales de procedimientos para dichas tareas, una vez realizado esto seleccionar las tareas que consideremos críticas para los procesos y la seguridad de los trabajadores.
- c) Para cada punto de medición donde se realice la tarea laboral seleccionada, considerando un tamaño de muestra $n=20$ puntos de medición o superficies, calcular los niveles de iluminación E1 y E2 así como el índice de reflexión (porcentaje de luz reflejada por un cuerpo) para cada uno empleando el método del factor de reflexión que se señala a continuación:
 - a. Se efectúa una primera medición (E1), con la foto celda del luxómetro colocada de cara a la superficie, a una distancia de $10 \text{ cm} \pm 2 \text{ cm}$, hasta que la lectura permanezca constante.
 - b. La segunda medición (E2), se realiza con la foto celda orientada en sentido contrario y apoyada en la superficie, con el fin de medir la luz incidente
 - c. El factor de reflexión de la superficie (Kf) se determina con la siguiente ecuación: $Kf = (E1/E2) * 100$. Las superficies a medir serán: *plano de trabajo, suelo, techo y paredes*.

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

4. Comparar los resultados obtenidos del nivel de iluminación E2 en cada superficie con la tabla siguiente para determinar si el sistema de iluminación existente cumple con los niveles mínimos de iluminación según la tarea visual realizada o el área de trabajo.

TAREA VISUAL DEL PUESTO DE TRABAJO	ÁREA DE TRABAJO	NIVELES MÍNIMOS DE ILUMINACIÓN (LUX)
En exteriores; distinguir área de tránsito, desplazarse vigilando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Áreas generales exteriores: patios y estacionamientos	20
En interiores: distinguir área de tránsito, desplazarse vigilando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Áreas generales interiores: almacenes de poco movimiento, pasillos, escaleras, estacionamientos cubiertos.	50
Requerimiento visual simple: inspección visual, recuento de piezas, trabajo en maquinaria o banco.	Áreas de servicio al personal: almacenaje rudo, recepción y despacho, casetas de vigilancia	200
Distinción moderada de detalles: ensamble simple, trabajo medio en banco y maquina, inspección simple, empaque y trabajos en oficina.	Talleres, áreas de empaque y ensambles, aulas y oficinas	300
Distinción clara de detalles: maquinado y acabados delicados, ensamble e inspección moderadamente difícil, captura y procesamiento de información, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio.	Taller de precisión, salas de cómputo, áreas de dibujo, laboratorios.	500
Distinción fina de detalles: maquinado de precisión, ensamble e inspección de trabajos delicados, manejo de instrumentos y equipos de precisión, manejo de piezas pequeñas.	Talleres de alta precisión: de pintura y acabado de superficies, laboratorios de control de calidad.	750
Alta exactitud en distinción de detalles: ensamble, proceso e inspección de piezas, pequeñas y complejas, y acabados con pulidos finos.	Áreas de proceso: ensamble e inspección de piezas complejas y acabados con pulido fino.	1000
Alto grado en la especialización de distinción de detalles.	Áreas de procesos de gran exactitud.	2000

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

5. Comparar a su vez los resultados obtenidos del factor de reflexión en cada superficie con la tabla de niveles máximos permisibles.

SUPERFICIE	NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES DE REFLEXIÓN Kf
TECHOS	90 %
PAREDES	60 %
PLANO DE TRABAJO	50 %
SUELOS	50 %

6. Identificar las áreas de oportunidad en la estación de trabajo.

- Si los índices de reflexión resultan arriba del porcentaje de reflexión permisible existe entonces deslumbramiento.
- Si los niveles de iluminación e2 resultan abajo de los niveles mínimos de iluminación existe entonces deficiencia de iluminación.

6. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

Elaboración del reporte

Por equipo escoger un área de trabajo y aplicar el método de medición de los niveles de iluminación, realizar conclusiones y recomendaciones al respecto.

Por medio de la prueba Toulouse–Pieron (ANEXO 1), cada integrante del equipo debe realizar dicha prueba, anexando todas las siguientes hojas al reporte:

Regular a tres diferentes intensidades de luz, en cada intensidad realizar el ejercicio en diferente hoja de la prueba la misma persona. - Calcular el factor de reflexión en cada una de las diferentes intensidades. - Graficar por equipo los resultados de cada integrante en la prueba relacionando los aciertos obtenidos Vs el porcentaje de reflexión. - Sacar una conclusión según los resultados obtenidos.

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
---	---

7. CONCLUSIONES

8. CUESTIONARIO

1. Con sus palabras defina la luz.
2. ¿Cuáles son los tipos de iluminación? De un ejemplo de cada uno de ellos en un lugar de trabajo.
3. Para cada ejemplo que menciono en la pregunta anterior según su criterio personal que tipo de luminaria sería necesario y explique su respuesta.

INFORME

- Como marco teórico se debe abordar y profundizar los siguientes temas:
 - ✓ La luz.
 - ✓ La visibilidad e iluminación
 - ✓ Fuentes de luz.
 - ✓ Principio de funcionamiento del luxómetro
- El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.
 1. Tema.
 2. Objetivos.
 3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
 4. Procedimiento de la práctica.
 5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
 6. Análisis de resultados.
 7. Conclusiones.
 8. Bibliografía.
 9. Anexos (Cuestionario resuelto).



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
ECUADOR

LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

9. BIBLIOGRAFIA

- REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO, Decreto Ejecutivo 2393, R.O. 565 Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social.
- <http://portaldisseny.ibv.org/factores-humanos/>
- http://www.edutecne.utn.edu.ar/monografias/criterios_iluminacion.pdf
- <http://www.slideshare.net/betorossa/libro-manual-de-diseo-industrial>
- <http://es.scribd.com/doc/89296446/Calculo-Iluminacion-Interiores-Industrial-y-Comercial>
- H. B. MAYNAR, J. M. VALLHONRAT, 1985 Manual de Ingeniería y Organización Industrial. Edit. Reverté, 3ra Edición
- César Ramírez Cavassa, 2005 Seguridad Industrial: Un enfoque Integral. Edit. Limusa.
- FAUSTINO MENENDEZ DIEZ, 2009 Higiene Industrial Manual para la formación del Especialista.

10. ANEXOS

Prueba de Toulouse-Pieron Tache lo más rápido posible todos los signos que sean iguales al indicado en la parte superior.



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
ECUADOR

LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL



La presente guía de prácticas de laboratorio tiene como objetivo principal proporcionar a los estudiantes de Ingeniería Industrial los conocimientos y habilidades necesarios para el desarrollo de actividades prácticas en el área de la Ingeniería Industrial. La guía está estructurada en capítulos que abarcan desde los fundamentos de la Ingeniería Industrial hasta las aplicaciones prácticas en el campo de la Ingeniería Industrial. La guía está diseñada para ser utilizada como un recurso de apoyo en el desarrollo de las prácticas de laboratorio, y para facilitar el aprendizaje de los estudiantes. La guía está organizada en capítulos que abarcan desde los fundamentos de la Ingeniería Industrial hasta las aplicaciones prácticas en el campo de la Ingeniería Industrial. La guía está diseñada para ser utilizada como un recurso de apoyo en el desarrollo de las prácticas de laboratorio, y para facilitar el aprendizaje de los estudiantes.

[illegible]

[illegible]

3.5.3 Ruido

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		LABORATORIO DE INGENIERIAS	
		LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL	
PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
3	120 MIN	RUIDO	SEGURIDAD INDUSTRIAL

1. OBJETIVOS

- Conocer la importancia de estudiar, analizar y controlar los niveles de ruido a los que se expone un trabajador en su centro de trabajo.
- Conocer los instrumentos específicos que se emplean en el estudio y análisis de los niveles de ruido en los centros de trabajo y aprender su funcionamiento.
- Determinar, si los niveles y composición del ruido en un ambiente laboral específico son adecuados para la salud del trabajador.
- Identificar medidas específicas para eliminar las amenazas a la salud del trabajador que presenta el medio ambiente laboral al que está expuesto.
- Realizar diferentes mediciones de ruido en diferentes áreas

2. METODO

Después de revisar muy cuidadosamente el Marco Teórico realizar varias medidas y analizarlas con la hoja de resultados

3. EQUIPOS Y MATERIALES

- Sonómetro





UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
ECUADOR

LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

- Flexómetro



4. MARCO TEORICO

Según el Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y mejoramiento del Medio Ambiente del Trabajo en el reglamento ejecutivo 2393, RO.565 del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social del artículo 55 en el apartado 6 indica que:

6. Se fija como límite máximo de presión sonora el de 85 decibeles escala A del sonómetro, medidos en el lugar donde el trabajador mantiene habitualmente la cabeza, para el caso de uso continuo con 8 horas de trabajo. No obstante, los puestos de trabajo que demanden fundamentalmente trabajo intelectual, o tarea de regulación o de vigilancia, concentración o cálculo, no excederán a 70 decibeles de ruido

7. Por el caso de ruido continuo los niveles sonoros, medidos en decibeles, con el filtro “A” en posición lenta, que se permitirían estarán relacionado con el tiempo de exposición según la siguiente tabla:

Nivel Sonora dB (A-lento)	Tiempo de exposición por jornada/hora
85	8
90	4
95	2
100	1
110	0,25
115	0,125



LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

Los distintos niveles sonoros y sus correspondientes tiempos de exposición permitidos señalados, corresponden a exposiciones continuas equivalentes en la que la dosis de ruido diaria (D) es igual a 1

En el caso de exposiciones intermitentes a ruido continuo debe considerarse el efecto combinado de aquellos niveles sonoros que son iguales o excedan del 85 dB (A) para tal efecto la Dosis de Ruido Diario (D) se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula y no debe ser mayor a 1:

$$D = \frac{C1}{T1} + \frac{C2}{T2} + \frac{Cn}{Tn}$$

C = Tiempo total de exposición a un nivel sonoro específico

T = Tiempo total permitido a ese nivel

En ningún caso se permitirá sobrepasar el nivel de 115 dB (A) cualquiera que sea el tipo de trabajo

Ruido de Impacto.- Se considera ruido de impacto a aquel cuya frecuencia de impulso no sobrepasa de un impacto por segundo y aquel cuya frecuencia sea superior se considera continuo.

Los niveles de presión sonora máxima de exposición por jornada de trabajo de 8 horas dependerán del número total de impactos en dicho período de acuerdo con la siguiente tabla

Numero de Impulsos o impactos por Jornada de 8 horas	Nivel de presión sonora máxima (dB)
100	140
500	135
1000	130
5000	125
10000	120

El sonido es la sensación percibida por el oído humano, producida por rápidas fluctuaciones de la presión de aire. Estas fluctuaciones son provocadas generalmente por la vibración de objetos que transmiten su movimiento a un medio físico de propagación en forma de ondas mecánicas. En su definición más simple, el ruido es todo aquel sonido no deseado. La gama de sonidos que pueden considerarse ruido es muy amplia

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
Esto se agrava con el hecho de que el ruido tiene un alto componente subjetivo: lo que es ruido para una persona puede no serlo para otra. Debido a que el ruido generalmente no provoca inmediatamente daños permanentes a la salud y a que no es visto como una amenaza a la vida, su estudio y control se han considerado de baja prioridad dentro de las empresas. Sin embargo, el ruido no sólo ocasiona daños físicos (disminución de la capacidad auditiva), sino que representa también un riesgo importante a la salud y bienestar mental de las personas que están expuestas a sus efectos. Se ha comprobado que el ruido puede ocasionar enfermedades como el estrés, pérdida del sueño, interferencia en la comunicación interpersonal y falta de concentración. Por todo lo anterior, se vuelve indispensable tener un estricto control del ruido en el ambiente de trabajo, lo que se logra identificando las fuentes emisoras, estableciendo el nivel de ruido que generan y las medidas necesarias para contrarrestarlo, además de mantener un monitoreo constante de las condiciones de salud de los trabajadores expuestos. El ruido adquiere una importancia cada vez mayor en la vida moderna, debido, a gran parte, a la extensión del tráfico y a la mecanización de todo género, incluso en las actividades domésticas. Se ha observado que los ruidos desagradables provienen, casi totalmente, de la circulación de la calle; a ellos hay que añadir los que producen los aparatos domésticos, especialmente receptores de radio y televisión, aparte, claro está, de otras causas accidentales, como las perforadoras neumáticas o los motores extractores, compresores, etc., que funcionan en las proximidades. El carácter subjetivo de los ruidos es bastante notable. Se comprueba, por ejemplo, que la música de la radio o televisor que escucha una persona puede ser un ruido para el vecino. <u>ACUSTICA</u> La Acústica es la ciencia que se encarga de estudiar el sonido y, por lo tanto, el ruido. Como cualquier otra rama de la ciencia, la acústica cuenta con términos y conceptos básicos que son necesarios comprender para poder analizar correctamente el sonido. Como se mencionó al principio, el sonido se genera por una rápida vibración de objetos que transmiten su movimiento a un medio físico. En este caso, el medio de propagación que estudiaremos será el aire. La vibración de la fuente emisora de sonido genera diferencias de presión que viajan por el aire	



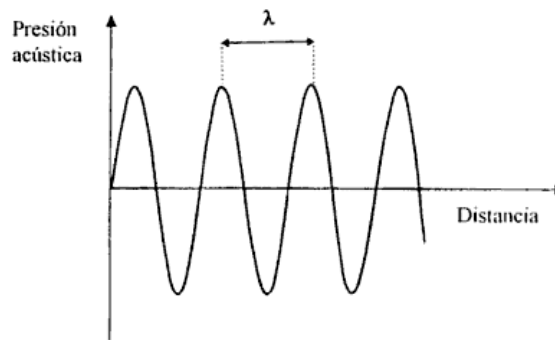
LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

En forma de ondas mecánicas, con una configuración semejante a una gráfica sinodal. Como cualquier otra onda, las ondas sonoras cuentan con una serie de parámetros con los cuales podemos describir su comportamiento. Dichos parámetros son:

LONGITUD DE ONDA (λ)

La longitud de onda, que se designa con la letra λ , es la distancia que recorres un frente de ondas en un período completo de oscilación. Puesto que se trata de una longitud su unidad es el metro.



FRECUENCIA

Es una magnitud que mide el número de repeticiones por unidad de tiempo de cualquier fenómeno o suceso periódico.

Para calcular la frecuencia de un suceso, se contabilizan un número de ocurrencias de este teniendo en cuenta un intervalo temporal, luego estas repeticiones se dividen por el tiempo transcurrido. Según el Sistema Internacional (SI), la frecuencia se mide en hercios (Hz), en honor a Heinrich Rudolf Hertz. Un hercio es la frecuencia de un suceso o fenómeno repetido una vez por segundo. Así, un fenómeno con una frecuencia de dos hercios se repite dos veces por segundo. Esta unidad se llamó originariamente ciclo por segundo (cps) y aún se sigue utilizando. Otras unidades para indicar la frecuencia son revoluciones por minuto (rpm).

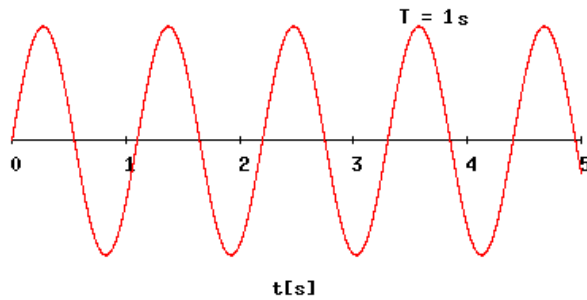
El sonido tiene un rango muy amplio de frecuencias. Sin embargo, el oído humano es capaz de percibir sólo aquellos sonidos con un componente de frecuencia de entre 20Hz y 20kHz. Los sonidos con frecuencia de menos de 20Hz se catalogan como *infrasonido*, mientras que aquéllos que se ubican



LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

Arriba de 20,000Hz se conocen como *ultrasonidos*. En ambos casos, estos sonidos son inaudibles para los seres humanos.



VELOCIDAD (V)

Es la velocidad lineal en que se desplaza cualquier punto de la onda alejándose de la fuente emisora. La velocidad depende del medio de propagación del sonido: en el aire es de 340m/s, en agua es de 1,500m/s y en acero de 5,000m/s. El sonido no viaja completamente en línea recta, especialmente en distancias mayores a 60m. Tanto la dirección como la velocidad de propagación pueden modificarse cuando la onda encuentra un cambio de medio, de temperatura, de humedad o corrientes de aire. Es entonces cuando el sonido puede presentar reflexión, refracción, difracción o difusión.

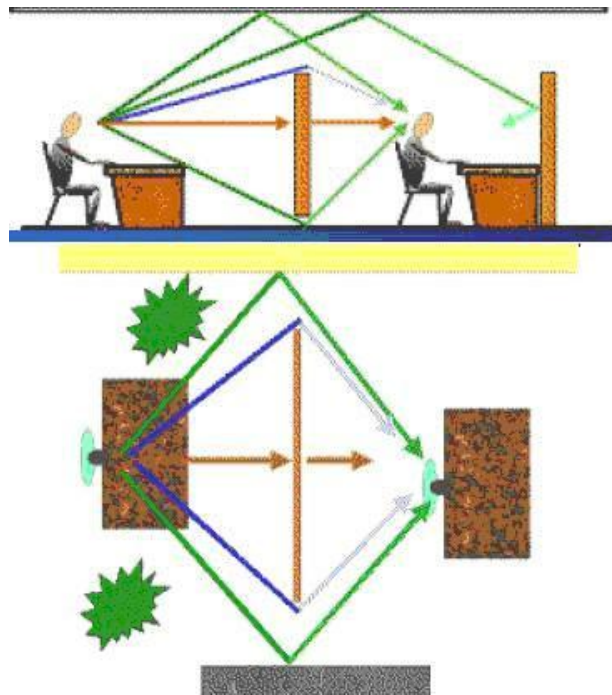
REFLEXIÓN

Ocurre cuando las ondas sonoras chocan contra una superficie y siguen su propagación en otra dirección. Cuando una onda se refleja, sus ángulos de incidencia y de reflexión son iguales con respecto a una línea perpendicular a la superficie, similar al comportamiento de la luz reflejada en un espejo.

REFRACCIÓN

Se refiere al cambio de dirección y velocidad de la onda sonora debido a un cambio de medio de propagación o a cambios en las condiciones del mismo medio. Si la onda sonora choca con un objeto (cambio de medio) y éste la transmite, es decir, que permite su propagación a través de él, la onda cambiará de dirección y de velocidad. Esto sucederá tantas veces como la onda cambie de medio de propagación. La refracción no sólo se da cuando existe un cambio de medio de propagación, sino también cuando el medio mismo sufre cambios. Por ejemplo,

puede suceder que el aire tenga diferente temperatura en dos secciones contiguas del área de trabajo. En este caso, cuando la onda sonora cambie de una sección a la otra, cambiará de dirección y de velocidad por el cambio en el medio. **Difracción:** Es el fenómeno a través del cual las ondas sonoras parecen rodear a los objetos que se cruzan en su camino para poder seguir propagándose. La difracción sucede cuando la longitud de onda del sonido es comparable o más grande que las dimensiones de la barrera. A pesar de que las ondas siguen su camino, se forma una zona de sombra acústica detrás de la barrera en la que el sonido no llegará.



En la ilustración, la línea azul representa la difracción del sonido; la verde, la reflexión y la café, refracción.

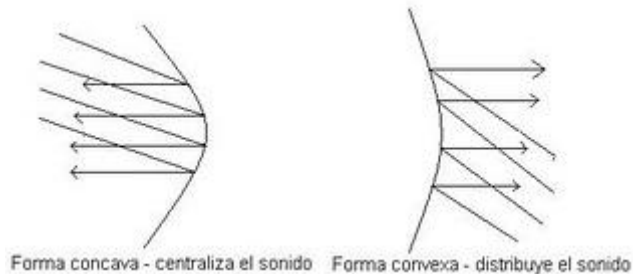
DIFUSIÓN

Es la dispersión uniforme del sonido que ocurre cuando las ondas sonoras se reflejan sobre una superficie convexa. El efecto contrario sucede cuando las ondas inciden sobre una superficie cóncava y las ondas sonoras se concentran en un punto. Existen otros fenómenos físicos muy importantes con respecto al sonido que sólo se dan en interiores, que son reverberación, eco y resonancia.



LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL



REVERBERACIÓN

Se da cuando las paredes, piso y techo de un cuarto son acústicamente reflejantes, lo que ocasiona que las ondas reboten de un lado a otro y generen una acumulación de energía sonora tal que los niveles del sonido son prácticamente independientes de la ubicación dentro de la habitación. Esto provoca una mezcla de sonidos que los vuelve prácticamente ininteligibles, al grado que difícilmente se podría sostener una conversación.



ECO

El cerebro humano procesa las señales auditivas de una forma tal que, si la diferencia en el tiempo de llegada entre dos sonidos separados similares es mayor a 0.05 segundos, escucharemos dos sonidos diferentes y, si es menor, escucharemos un solo sonido. Para determinar cuándo se producirá eco, es necesario conocer la distancia directa entre la fuente y el receptor (D) y la distancia que recorrerá una onda reflejada proveniente de la fuente antes de llegar al receptor (R). La distancia que el sonido recorre en 0.05s es de 20 metros por lo que, si se cumple que $R-D \geq 20m$, el receptor percibirá un eco, debido a que está recibiendo dos sonidos (el



LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

directo de la fuente y el reflejado) con un tiempo de llegada entre ellos de más de 0.05s.



RESONANCIA

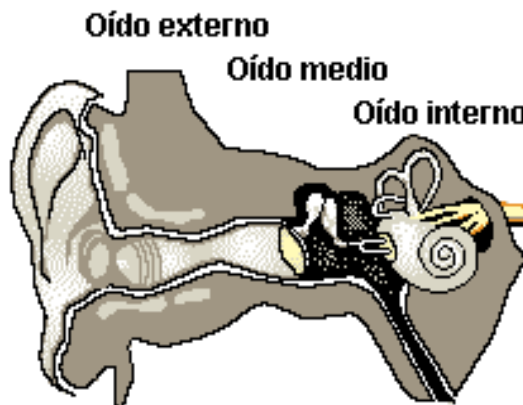
El efecto de resonancia se debe también a la reflexión de las ondas sonoras en las paredes de una habitación; es función de la frecuencia del sonido y de la frecuencia de resonancia de las paredes de la habitación. En este caso, es la interacción entre las ondas sonoras lo que puede ocasionar distorsiones en el sonido. Al rebotar, las ondas pueden chocar unas con otras de manera que puede darse un efecto de refuerzo (cuando dos crestas o dos valles coinciden, sumándose su energía sonora) o uno de cancelación de la onda (cuando un valle y una cresta coinciden y se anulan mutuamente). La resonancia cobra especial importancia cuando las frecuencias del ruido y la habitación coinciden de manera que el ruido es amplificado. El sonido son variaciones de la presión del aire debido a la vibración de sus partículas por lo que, para medirlo, se emplean unidades de presión: Pascales (Pa). Sin embargo, el oído humano percibe presiones que van de los 2×10^{-5} Pa a los 200Pa, por lo que el uso de escalas lineales resulta poco recomendable. Por ello, se desarrolló una escala logarítmica cuya unidad de medida es el *decibel* (dB)



Todos los conceptos explicados anteriormente son básicos en el estudio de los niveles de ruido en el medio ambiente laboral porque determinan la forma en que se propaga y llega a los seres humanos, además de aportar información acerca de los fenómenos que pueden ocasionar una distorsión de sonido (que provocaría una falla en la comunicación interpersonal) o una amplificación o repetición de sonidos no deseados. Finalmente, para poder comprender a fondo los posibles efectos del ruido en la salud del trabajador, es conveniente conocer el funcionamiento del sistema auditivo de los seres humanos.

EL SER HUMANO Y EL RUIDO

El sistema auditivo del ser humano está compuesto principalmente por el oído, que consiste en un complejo órgano capaz de distinguir una amplia gama de frecuencias e intensidades sonoras mediante un proceso de recepción y análisis de sonido. El oído está formado por tres partes: el oído externo, el oído medio y el oído interno.



- OÍDO EXTERNO

Comprende el pabellón auricular o auditivo - la "oreja"- (lóbulo externo del oído) y el conducto auditivo externo, que mide tres centímetros de longitud. El conducto auditivo medio posee pelos y glándulas secretoras de cera.

Su función es canalizar y dirigir las ondas sonoras hacia el oído medio.

- OÍDO MEDIO

Es un conducto estrecho, o fisura, que se extiende unos quince milímetros en un recorrido vertical y otros quince en recorrido horizontal

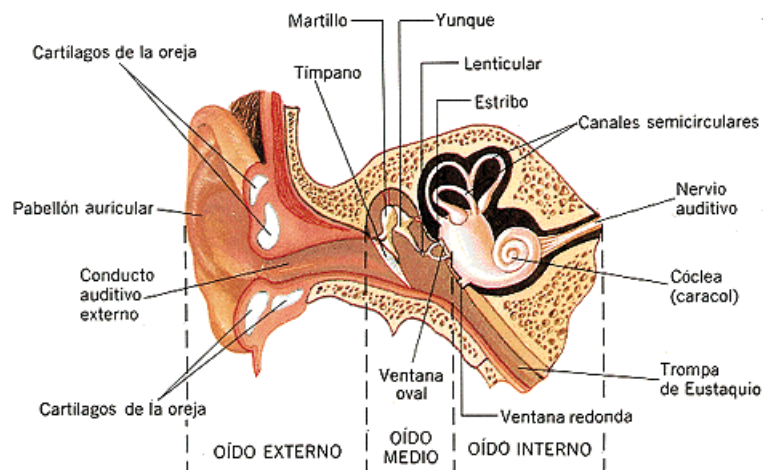
Es hueco, lleno de aire, limitando de un lado por el tímpano y del otro por la ventana oval y la ventana redonda, que lo comunican con el oído interno. Está en comunicación directa con la nariz y la garganta a través de la trompa de Eustaquio, que permite la entrada y la salida de aire del oído medio para equilibrar las diferencias de presión entre éste y el exterior.

Hay una cadena formada por cuatro huesos pequeños y móviles (huesecillos) que atraviesa el oído medio. Estos cuatro huesos reciben los nombres de martillo, yunque, lenticular y estribo. Los cuatro conectan acústicamente el tímpano con el oído interno, transmitiendo las vibraciones del tímpano amplificadas a la fenestra ovalis.

- **OÍDO INTERNO**

El oído interno o laberinto se encuentra en el interior del hueso temporal que contiene los órganos auditivos y del equilibrio, que están inervados por los filamentos del nervio auditivo. Está lleno de líquido y tiene tres cavidades: el vestíbulo, dividido en dos partes, utrículo y sáculo; los tres canales semicirculares, órgano del sentido del equilibrio, (están llenos de endolinfa); y el caracol o cóclea, largo tubo arrollado en espiral donde se encuentran las células receptoras de los sonidos, provistas de cilios, cada una de las cuales está adaptada para la recepción de sonidos de un tono determinado.

Las fibras nerviosas que salen del caracol y de los canales semicirculares se reúnen para formar el nervio acústico, que sale del sáculo por un tubo que atraviesa el hueso temporal hasta la cavidad craneana.



 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

Cuando la intensidad del sonido que recibe el ser humano es mayor a la máxima que le permite su oído, se presentan daños a la salud, que pueden ser de tres tipos básicamente:

a) TRAUMA ACÚSTICO AGUDO

Se produce por ondas sonoras de elevada presión, asociadas generalmente a explosiones. Una consecuencia normal es el desgarramiento del tímpano, pudiendo dañar los sistemas de transmisión (es posible cierta recuperación) y los de recepción (daño irreparable).

b) SORDERA PROFESIONAL

Se produce por una exposición continua a ruidos de elevada intensidad. Los daños son mayores cuando los ruidos son de alta frecuencia y cuando existe un efecto de vibración o reverberación. La lesión orgánica se produce en el oído interno, en las células ciliares del órgano de Corti en las que, si la exposición cesa, se recuperan, pero si continúa se destruyen. Las frecuencias más afectadas son las comprendidas entre 2kHz y 8kHz, con mayor incidencia en la zona de 4 kHz.

c) ALTERACIONES REVERSIBLES DEBIDAS AL RUIDO AMBIENTE

El ruido ambiente no produce sordera, pero sí un embotamiento auditivo y una sensación de agotamiento. A esto se añade el problema de los ruidos nocturnos, que no permiten un adecuado descanso ni recuperación del oído durante el sueño. Un nivel de ruido ambiente no molesto se sitúa entre los 15 y 30 dB; niveles más altos sólo son soportables después de una adaptación. No obstante, es un hecho que el sonido puede dañar el sistema auditivo de una persona, por lo que es indispensable poder medir los niveles de ruido a que se expone el trabajador para prevenir problemas en su salud.

MEDIDAS DE CONTROL DE RUIDO

- Sobre la fuente
- Sobre el ambiente
- Controles administrativos
- Sobre el hombre

SOBRE LA FUENTE

Va desde el simple ajuste de un tornillo hasta el rediseño o sustitución de la maquinaria por una nueva tecnología. El aspecto más deseable cuando se comienza

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
Un programa de reducción de sonido, es el concepto de emplear principios de ingeniería para reducir los niveles de ruido. Entre los controles de ingeniería que reducen el nivel de ruido tenemos: a) Mantenimiento - Reemplazo ajuste de piezas gastadas o des balanceadas de las máquinas. - Lubricación de las piezas de las máquinas y empleo de aceites de corte. - Forma y afilado adecuado de las herramientas de corte b) Reemplazo de máquinas - Máquinas más grandes y lentas en vez de otras más pequeñas y rápidas. - Matrices fijas en lugar de matrices de una operación. - Prensas en lugar de martillos. - Cizallas rotativas en vez de cizallas en escuadra. - Prensas hidráulicas en lugar de las mecánicas. - Correas de transmisión en vez de engranajes. c) Sustitución de procesos - Compresión en vez de remachado por impactos. - Soldadura en vez de remachado. - Trabajo en caliente en lugar de en frío. - Prensado en vez de laminado o forjado. <u>SOBRE EL AMBIENTE</u> Se reduce el nivel de ruido mediante el empleo de materiales absorbentes (blandos y porosos) o mediante el aislamiento de equipos muy ruidosos (confinamiento total o parcial de cada equipo ruidoso) o aislando al trabajador, en una caseta prácticamente a prueba de ruido para él y sus ayudantes. <u>CONTROLES ADMINISTRATIVOS</u> Los controles administrativos deben interpretarse como toda decisión administrativa que signifique una menor exposición del trabajador al ruido. Existen muchas operaciones en las que puede controlarse por medidas administrativas la exposición de los trabajadores al ruido, sin modificarlo, sino cambiando solamente los esquemas de producción o rotando los trabajadores de modo que el tiempo de exposición se encuentre dentro de los límites seguros. Esto incluye acciones tales como transferir trabajadores desde un lugar de trabajo donde	

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
Hay un nivel de ruido alto a otro con un nivel menor, si es que este procedimiento permite que su exposición diaria al ruido sea más aceptable. Los controles administrativos también se refieren a programar los tiempos de funcionamiento de las máquinas de manera de reducir el número de trabajadores expuestos al ruido. <u>SOBRE EL HOMBRE</u> Se refiere a la protección auditiva personal. Cuando las medidas de control no pueden ser puestas en práctica y/o mientras se establecen esos controles, el personal debe ser protegido por los efectos de los niveles excesivos de ruido. En la mayoría de los casos esa protección puede alcanzarse mediante el uso de protectores auditivos adecuados. Los dispositivos protectores auditivos personales son barreras acústicas que reducen la cantidad de energía sonora transmitida a través del canal auditivo hasta los receptores del oído interno. La capacidad de un dispositivo protector para atenuar (en decibeles) es la diferencia en el nivel medido del umbral de audición de un observador con protectores auditivos (umbral de test) y el umbral auditivo medido sin ellos (umbral de referencia). Los protectores auditivos que se usan comúnmente en la actualidad son del tipo tapón u orejeras. El protector tipo tapón atenúa el ruido obstruyendo el canal auditivo externo, mientras que el tipo orejera encierra la oreja proporcionando un sello acústico. <u>CONSIDERACIONES PARA REALIZAR MEDICIONES</u> La realidad muestra que no siempre se realizan estudios de ruido cuyos resultados son el reflejo de la realidad algunas de las razones son las siguientes: • El día que se determina para las mediciones de niveles de presión sonora, no es adecuado, dado que por alguna razón, las fuentes que normalmente generan ruido no están en funcionamiento y no se le hace saber esto al higienista y él no indaga lo suficiente. En caso contrario se puede escoger un día, en que por razones especiales y no rutinarias el nivel de ruido es más alto.	

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
• El trabajador con el fin de buscar un resultado más severo en los niveles de ruido, opera de tal forma que se genere más ruido. • Cuando el tiempo de exposición no es constante, se puede determinar un tiempo erróneo; que puede ser mayor ó menor al real. • Cuando el ruido generado no es constante y además generado por diferentes fuentes ó por una misma fuente que genera diferentes niveles en diferentes momentos, pueden quedar niveles sin evaluar. Hay procesos que presentan un nivel de ruido constante, pero que cada determinado tiempo al abrirse una compuerta por ejemplo, el nivel de ruido aumenta considerablemente por un tiempo muy corto. Esta situación puede presentar dos posibilidades; una que no se evalúe el ruido más alto, dado que nadie explicó la existencia de ese momento dentro del proceso ó que simplemente por tratarse de un ruido muy corto se omite, sin tener en cuenta que dado su nivel podría tratarse de un ruido que supera el valor límite permisible por si sólo ó que en combinación con las exposiciones adicionales que tiene el trabajador podría presentar un grado de riesgo superior a 1. • La repercusión de un nivel de presión sonora no permanente generado en un área, puede no ser evaluado en las áreas donde repercute. • El factor económico es otra limitante, dado que en algunas ocasiones quien contrata el trabajo, solicita un número de mediciones determinado, que puede ser muy pobre. • Cuando la información tomada no es completa, se realizan cálculos matemáticos técnicos, pero cuyos resultados nos llevan a un análisis errado de las condiciones de ruido. • Tomamos tiempos de exposición basados en datos del trabajador ó del supervisor, que por diferentes motivos pueden no ser reales. <u>RECOMENDACIONES</u> A fin de disminuir los factores que pueden sesgar los resultados de un estudio de ruido se recomienda lo siguiente: • Si el número está determinado por un problema económico, busque la forma de utilizar ese número de mediciones para analizar el ruido en forma parcial, es decir, en un área y no en toda la empresa. Deberá aclarar en el informe dicha situación	

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
y recomendar la continuación de las mediciones en un futuro con mejores perspectivas económicas. • Antes de iniciar las mediciones, reúnanse con el jefe de producción de cada área y asegúrese de entender muy bien el proceso y las diferentes condiciones de ruido que se puedan presentar: ✓ Equipos de funcionamiento permanente. ✓ Equipos de funcionamiento no permanente. ✓ Equipos cuyo funcionamiento en dos ó más fases genera niveles diferentes de presión sonora. ✓ Alarmas en diferentes fases de producción. ✓ Altavoz. ✓ Operaciones que realiza el trabajador y que son generadoras de ruido, como martilleo, movimiento de láminas ó elementos que al manipularse generan ruido. • Cuando detecte niveles de presión sonora, generados por fuentes no permanentes, cerciórese de evaluar su repercusión en las áreas donde puede incidir. • No asuma que el nivel de presión sonora en un área es bajo. Usted lleva el instrumento de medida para no suponer, mida. • Cuando realice el cálculo de la atenuación del protector auditivo que la empresa suministra a los trabajadores, hágalo también con otros protectores <u>CÁLCULO DEL GRADO DE RIESGO</u> Para realizar el cálculo del grado de riesgo una vez realizadas las mediciones en los puestos de trabajo donde necesiten medición, hay que anotar cuantas horas al día está el operario al frente de la misma, también el tipo de máquina que se utiliza por ejemplo Compresor, Torno etc. Hay que considerar que hay que poner el valor real en horas del tiempo de exposición en el puesto de trabajo que se está evaluando. Por ejemplo para 2 horas y 15 minutos, deberá escribir 2,25. Para una hora y treinta minutos deberá escribir 1,5.	

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
<u>NIVEL EQUIVALENTE DE LA JORNADA LABORAL</u> Para calcular el nivel equivalente de la jornada laboral hay que aplicar la siguiente fórmula: $Leq_{Jornada} = 10 \log 1/8 \sum T_i 10^{(Leq_i / 10)}$ • Leq (dBA) = Nivel de presión sonora (sonómetro) • T_i = Tiempo en cada máquina donde se hizo la medición (horas) Si la jornada laboral no es de ocho horas, debe calcular el nivel de presión sonora equivalente diario, mediante la fórmula siguiente: $Leq_{Diario} = Leq_{Jornada} + 10 \log (duración \text{ de la jornada} / 8)$ • Duración de la jornada (en horas) <u>TIEMPO MÁXIMO DE EXPOSICIÓN</u> Para calcular el tiempo máximo de exposición para el nivel de presión sonora equivalente diario, aplicamos la siguiente fórmula: $T_m = \frac{16}{2^{(Leq_{Diario} - 82)/3}}$ • T_m = Tiempo máximo permitido para el Leq dado (horas) • Leq_{diario} = Nivel de ruido equivalente diario (dB) <u>GRADO DE RIESGO</u> Lo hacemos con la siguiente fórmula: $G.R = T_t / T_m$ • T_t = Tiempo total de la jornada laboral (horas) • T_m = Tiempo máximo permitido por el Leq dado (horas)	

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS	
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL	

EJEMPLO PRÁCTICO 1

El OPERADOR 1, está expuesto a niveles de presión sonora durante su jornada laboral así:

Dos horas en el compresor “A” donde se genera un nivel de ruido equivalente de 98dBA, cuatro horas en el generador eléctrico “X” donde se generan 107dBA y tres horas en las bombas de succión “P” donde hay 88dBA. El trabajador no utiliza ningún elemento de protección personal, pero dispone de un protector auditivo que en condiciones normales y utilizándolo adecuadamente reduce el nivel de presión sonora en el compresor “A” a 78dBA, en el generador eléctrico “X” a 86dBA y en las bombas de succión “P” a 70dBA.

NOMBRE DEL TRABAJADOR	Operador 1			
EL TRABAJADOR UTILIZA ELEMENTO DE PROTECCION	SI	x	NO	
SECCION O PUESTO	Leq _i dB		Ti (horas)	
Compresor "A"	98		2	
Generador eléctrico "X"	107		4	
Bombas de succión	88		3	
Tiempo total de exposición de la jornada laboral (horas)			9	

Cálculo del nivel equivalente de la jornada:

$$Leq_{jornada} = 10 \log \frac{1}{8} \sum T_i 10^{(Leq_i/10)}$$

$$Leq_{jornada} = 10 \log \frac{1}{8} (2 \times 10^{9,8} + 4 \times 10^{10,7} + 3 \times 10^{8,8})$$

$$Leq_{jornada} = 104$$

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
Cálculo del nivel equivalente diario: $Leq_{diario} = Leq_{jornada} + 10 \log (duración \text{ de la jornada}/8)$ $Leq_{diario} = 104 + 10 \log (9/8)$ $Leq_{diario} = 104,5$ Cálculo del tiempo máximo de exposición para Leq_{diario} $T_m = \frac{16}{2^{(Leq_{diario} - 82)/3}}$ $T_m = \frac{16}{2^{(104,5 - 82)/3}}$ $T_m = 0,09 \text{ horas}$ Cálculo del grado de riesgo: $G.R = T_t / T_m$ $G.R = 9/0,09$ $G.R = 100$	

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

El mismo OPERADOR 1 ahora utilizando protección

NOMBRE DEL TRABAJADOR	Operador 1			
EL TRABAJADOR UTILIZA ELEMENTO DE PROTECCION	SI		NO	x
SECCION O PUESTO	Leq dB		Ti (horas)	
Compresor "A"	78		2	
Generador Eléctrico "X"	86		4	
Bombas de succión	70		3	
Tiempo total de exposición de la jornada laboral (horas)			9	

Cálculo del nivel equivalente de la jornada:

$$Leq_{jornada} = 10 \log \frac{1}{8} \sum T_i 10^{(Leq_i/10)}$$

$$Leq_{jornada} = 10 \log \frac{1}{8} (2 \times 10^{7,8} + 4 \times 10^{8,6} + 3 \times 10^{7,0})$$

$$Leq_{jornada} = 83,4$$

Cálculo del nivel equivalente diario:

$$Leq_{diario} = Leq_{jornada} + 10 \log (\text{duración de la jornada}/8)$$

$$Leq_{diario} = 83,4 + 10 \log (9/8)$$

$$Leq_{diario} = 83,9$$

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
Cálculo del tiempo máximo de exposición para Leq_{diario} $T_m = \frac{16}{2^{(Leq_{diario} - 82)/3}}$ $T_m = \frac{16}{2^{(83,9 - 82)/3}}$ $T_m = 10,3 \text{ horas}$ Cálculo del grado de riesgo: $G.R = T_t / T_m$ $G.R = 9/10,3$ $G.R = 0,87$ NOTA: Los ejemplos prácticos 1 y 2 muestran claramente la importancia de utilizar el elemento de protección personal; vemos que en el caso en que no se utiliza el protector auditivo, el grado de riesgo es de 100, superando ampliamente el valor límite permisible. Al utilizar el protector auditivo el grado de riesgo se reduce a 0,87 siendo éste un valor admisible dentro de los valores límites permisibles, aún cuando determina que se deben establecer medidas preventivas, como la vigilancia epidemiológica y el continuo uso del elemento de protección personal.	



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
ECUADOR

LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

5. DESARROLLO

- Escoger un puesto de trabajo para realizar las mediciones de ruido
- Realizar medidas con el Sonómetro en el puesto escogido
- En las actividades de alumno anotar a continuación en las mediciones realizadas

6. CALCULOS Y RESULTADOS

- Determinar el Cálculo del nivel equivalente de la jornada

$$Leq_{Jornada} = 10 \log 1/8 \sum T_i 10^{(Leq_i / 10)}$$

- Si la jornada laboral no es de ocho horas, debe calcular el nivel de presión sonora

$$Leq_{Diario} = Leq_{Jornada} + 10 \log (duración \text{ de la jornada} / 8)$$

- Calcular el tiempo máximo de exposición

$$T_m = \frac{16}{2^{(Leq_{Diario} - 82)/3}}$$

- Calcular el grado de Riesgo

$$G.R = T_t / T_m$$



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
ECUADOR

LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

9. CUESTIONARIO

1. ¿Mediante que decreto ejecutivo de Medio Ambiente del Trabajo del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social se basa la Seguridad Industrial respecto al Ruido?
2. Indique y explique los tres tipos de daños a la salud que pueden presentarse por el ruido.
3. ¿En qué áreas de control se pueden modificar para atacar el ruido?

10 INFORME

El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

1. Tema.
2. Objetivos.
3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
4. Procedimiento de la práctica.
5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
6. Análisis de resultados.
7. Conclusiones.
8. Bibliografía.
9. Anexos (Cuestionario resuelto).

11. BIBLIOGRAFIA

- REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO, Decreto Ejecutivo 2393, R.O. 565 Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social
- http://www.lexnova.es/Pub_In/Supuestos/supuesto116.htm
- <http://uprl.unizar.es/higiene/ruido.html>
- http://training.itcilo.it/actrav_cdrom2/es/osh/noise/noiseat.htm

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
• http://tecnologia.idoneos.com/index.php/La_medicion_del_sonido%3A_belios_y_d ecibelios • http://instalarq22011.wikispaces.com/9.+Sistemas+de+audio+y+manejo+audiovisu al • http://insonorizaciones.blogspot.com/ • http://www.servisystem.com.ar/NEOTEO/Camaradeeco/Camaradeeco.htm • http://ondasmecanicaspmttr.blogspot.com/2011/04/fenomenos-acusticos- resonancia-de-una.html • http://www.uhu.es/master2007/teoria/Check_List%2013 • http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Fi cheros/201a300/ntp_270.pdf • http://www.estrucplan.com.ar/producciones/entrega.asp?identrega=1052 • http://www.lexnova.es/Pub_In/Supuestos/supuesto116.htm • http://saludmiguelsschweiz.blogspot.com/2008/01/sentidos-auditivo.html • http://www.monografias.com/trabajos/sentidos/sentidos.shtml • http://www.ecuacustica.com/analisis-laboratorio-equipos-monitoreo-medicion-de- ruido-insonorizacion-ambiental-seguridad-industrial- ecuador.php?tablajb=servicios&p=15&t=Mediciones-de-Ruido-Laboral/Industrial/- Ocupacional& • César Ramírez Cavassa, 2005 Seguridad Industrial: Un enfoque Integral. Edit. Limusa. • FAUSTINO MENENDEZ DIEZ, 2009 Higiene Industrial Manual para la formación del Especialista.	

3.5.4 TEMPERATURA Y HUMEDAD

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		LABORATORIO DE INGENIERIAS	
		LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL	
PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
4	120 MIN	TEMPERATURA Y HUMEDAD	SEGURIDAD INDUSTRIAL

1. OBJETIVOS

- Conocer la importancia de estudiar las condiciones térmicas a las que está sujeto el trabajador en su centro de trabajo.
- Conocer los instrumentos específicos que se emplean en el estudio de las condiciones térmicas de los centros de trabajo y aprender su funcionamiento.
- Evaluar las condiciones de temperatura y humedad de una instalación con el fin de determinar si éstas son adecuadas para la salud del trabajador según la actividad que realiza.

2. METODO

- Seleccionar un lugar donde existan trabajadores que pasen 8 horas de jornada laboral. Describir la actividad y clasificar el tipo de trabajo que se realiza ahí.
- Identificar medidas específicas para eliminar las amenazas a la salud del trabajador que presenta el medio ambiente laboral al que está expuesto.
- Utiliza los instrumentos adecuados para realizar la medición.
- Todos los instrumentos tienen que estar debidamente calibrados para una correcta medición.
- Hacer la medición tomando en cuenta todas las recomendaciones hechas por el docente.
- Tener mucho cuidado con los instrumentos de medición
- Una vez terminada la medición guardar correctamente los equipos.



LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

3. EQUIPOS Y MATERIALES

- Medidor de temperatura y humedad



4. MARCO TEORICO

1. EL CUERPO HUMANO Y LA TEMPERATURA

Los efectos de la temperatura en el cuerpo se dan en los extremos, es decir, en las temperaturas altas y bajas el grado y velocidad del daño a la salud del trabajador depende directamente de qué tan alta o baja sea la temperatura ambiental con respecto a la temperatura corporal normal y del tiempo de exposición a dicha temperatura. Los efectos de las temperaturas elevadas y abatidas en el organismo son similares, y básicamente se diferencian por la rapidez con que la persona ve deterioradas sus funciones.

En el caso de temperaturas elevadas, el cuerpo del trabajador puede presentar las siguientes respuestas a la agresión térmica:

- Agotamiento por calor: Es uno de los padecimientos, provocados por el calor, más peligrosos porque pone seriamente en riesgo la vida de la persona. Se produce por una falta de irrigación sanguínea a los órganos vitales y puede resultar en daños irreversibles en el organismo.

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
• Golpe de Calor: Consiste en un aumento rápido en la temperatura central del trabajador que produce debilitamiento y fatiga excesiva. En el peor de los casos, un golpe de calor postrará en cama al individuo. • Desequilibrio Hidro-electrolítico: Se presenta cuando el individuo pierde demasiadas sales corporales por sudoración excesiva y, aunque sólo se presenta cuando hay una exposición por períodos muy largos, es altamente peligroso porque puede ocasionar paro cardíaco. En el caso de las temperaturas abatidas, el deterioro del organismo es mucho más sutil, pues se presenta en forma de cansancio progresivo y debilitamiento. También se presentará una disminución en la irrigación sanguínea a las extremidades, lo que puede ocasionar congelamiento de los dedos de pies y manos; las orejas y nariz están también en alto riesgo de congelarse. Cuando la exposición a bajas temperaturas es muy prolongada, la irrigación al cerebro irá disminuyendo, pudiendo ocasionar en casos extremos la muerte cerebral del individuo. Es por eso que se vuelve indispensable conocer los síntomas que se presentan en las afecciones relacionadas con la temperatura, así como los procedimientos médicos básicos de emergencia, para poder evitar daños lamentables a la salud de los trabajadores. <u>2. CONDICIONES TÉRMICAS ELEVADAS</u> Se le llama condición térmica elevada a la situación ambiental capaz de transmitir calor hacia el cuerpo humano o restringir éste hacia el medio en tal magnitud que pueda romper el equilibrio térmico del trabajador, tendiendo a incrementar su temperatura corporal central. Existen dos métodos para determinar si el trabajador está expuesto a una condición térmica elevada: El índice de Temperatura Globo Bulbo Húmedo (Tgbh) y el Método de Estrés al Calor. <u>ÍNDICE DE TEMPERATURA GLOBO BULBO HÚMEDO</u> Se emplea para medir la transferencia de calor del medio al hombre. Con él podemos determinar el máximo de exposición permitida para un trabajador a condiciones térmicas elevadas de acuerdo al tipo de trabajo que realice, así como el período de recuperación al que debe someterse.	



LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

Se calcula de la siguiente manera:

1. Para exteriores con carga solar.

$$T_{gbh} = 0.7 T_{bh} + 0.2 T_g + 0.1 T_s$$

2. Para interiores o exteriores sin carga solar.

$$T_{gbh} = 0.7 T_{bh} + 0.3 T_g$$

Donde:

T_{gbh} = Temperatura Globo Bulbo Húmedo (°C).

T_{bh} = Temperatura de Bulbo Húmedo (°C).

T_g = Temperatura de Globo (°C).

T_s = Temperatura de Bulbo Seco (°C).

La Temperatura de Bulbo Húmedo es la temperatura mínima que registra el termómetro cuando, humedecido su bulbo, se permite la evaporación del agua sobre él a una velocidad que depende de la humedad del aire.

La Temperatura de Globo es el nivel termométrico que se registra cuando se establece el equilibrio entre la relación del calor convectivo y el de radiación en un instrumento predeterminado. Para medirla, se emplea un Globo de Vernon o Globo Negro.

La Temperatura de Bulbo Seco es la temperatura que registra el termómetro cuando el bulbo está en contacto con el aire del medio ambiente.

El índice T_{gbh} relaciona los principales factores que influyen en la temperatura corporal del trabajador, que son la convección, la radiación, la evaporación y el metabolismo.

La convección es la transferencia de temperatura debida al contacto directo entre las moléculas de aire y la superficie (piel o ropa) del individuo; es función del gradiente de temperatura entre el aire y la piel y de la velocidad del aire.

La radiación es la transferencia de temperatura que se da cuando el sujeto recibe ondas calóricas electromagnéticas de un objeto radiante. Todos los cuerpos emiten ondas electromagnéticas por su actividad molecular, por lo que la ganancia de temperatura estará determinada por la intensidad de las radiaciones que reciba el trabajador.

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

La evaporación es el medio natural del que se vale el cuerpo humano para reducir su temperatura y son las gotas de sudor que entran en contacto con la piel y por conducción absorben su temperatura, misma que liberan al medio al evaporarse. El nivel de evaporación está condicionado por la cantidad de humedad que exista en el ambiente.

El cuerpo humano genera calor de acuerdo a su nivel de actividad, que se conoce como calor metabólico. A mayor nivel de actividad, mayor cantidad de calor metabólico generado y viceversa.

Una vez calculado el valor de T_{gbh} , se debe especificar el tipo de trabajo que está realizando el trabajador (ligero, moderado o pesado) para tener un estimado del calor metabólico que está generando. Para ello, se puede consultar la tabla 1, en que se dan ejemplos de trabajos típicos y su clasificación.

	Actividad	M [kcal/hra]
Trabajo liviano o ligero	Sentarse tranquilamente	100.0
	Sentarse, movimiento moderado de los brazos y el tronco (p. ej. trabajo de oficina, mecanografía).	112.5-139.5
	Sentado, movimientos moderados de los brazos y el tronco (p. ej. tocando el órgano o conduciendo un automóvil).	137.5-162.5
	Parado, trabajo moderado en máquinas o banco, mayormente con las manos.	137.5-162.5
	Parado, trabajo liviano en máquina o banco, a veces caminando un poco.	162.5-187.5
	Sentado, movimientos pesados en los brazos y piernas.	162.5-200.0
Trabajo moderado	Parado, trabajo moderado en máquina o banco a veces caminando un poco.	187.5-250.0
	Caminando de un sitio a otro empujando y levantando moderadamente.	250.0-350.0
Trabajo pesado	Levantando, empujando o tirando cargas pesadas, intermitentemente (p. ej. trabajo de pico y pala).	375.0-500.0

ESTIMADOS DEL METABOLISMO DE ENERGÍA DE VARIAS CLASES DE ACTIVIDADES.

Cuando se ha clasificado el tipo de trabajo a que está sujeto el trabajador, se puede hacer una lectura directa en la Tabla 2, en la que se presentan los límites de temperatura a los que se puede exponer un trabajador con un determinado régimen de trabajo.

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

Régimen de Trabajo	Tipo de Trabajo		
	ligero	moderado	pesado
Trabajo continuo. Exposición de 8 horas por día, semana de 40 horas.	30.0	26.7	25.0
75% de exposición 25% de recuperación en cada hora	30.6	28.0	25.9
50% de exposición 50% de recuperación en cada hora	31.4	29.4	27.9
25% de exposición 75% de recuperación en cada hora	32.2	31.1	30.0

**LÍMITES DE EXPOSICIÓN A CONDICIONES TÉRMICAS
AMBIENTALES ELEVADAS Y POR PERÍODOS DE
RECUPERACIÓN**

Los límites de exposición permitidos se expresan en grados centígrados (°C) de Temperatura de Globo Bulbo Húmedo y corresponden al nivel medio ponderado en el tiempo al que se expone una persona aclimatada durante una jornada.

$$T_{gbh} = \frac{T_{gbh} \text{ cabeza} + 2 * T_{gbh} \text{ abdomen} + T_{gbh} \text{ tobillos}}{4}$$

Es muy probable que el valor calculado no coincida exactamente con los presentados en la Tabla 1, por lo que se debe tomar el más cercano hacia arriba, es decir, si se obtiene una lectura $T_{gbh}=31.6^{\circ}\text{C}$ con trabajo ligero, el régimen de trabajo a elegir es de 25% de exposición y 75% de recuperación en cada hora. No está permitido hacer interpolaciones, ya que el comportamiento del índice no es lineal. Si se da el caso de que el valor de T_{gbh} sea menor al que aparece en la tabla para un determinado tipo de trabajo, se puede tener una exposición continua sin riesgo para el trabajador. Sin embargo, también es probable que el valor calculado de T_{gbh} sea superior a los presentados en la tabla, por lo que este método se vuelve inválido y es necesario hacer uso del otro método.

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

MÉTODO DE ESTRÉS AL CALOR.

Es otra forma de conocer los máximos permitidos de exposición a condiciones térmicas elevadas de un trabajador, con la diferencia de que este método arroja el tiempo exacto en horas que el trabajador puede permanecer expuesto de manera continua a dichas condiciones. A diferencia del índice Tgbh, el método de Estrés al Calor está expresado en Unidades Inglesas (°F, BTU/h, ft/min). Este método se basa en el hecho de que la única forma en que el trabajador mantenga su temperatura constante es perdiendo por evaporación del sudor todo el calor que está ganando por su metabolismo, radiación y convección, es decir:

$$E_{req} = M \pm R \pm C$$

Donde:

E_{req} = La cantidad de calor que el trabajador necesita perder para que su temperatura permanezca constante (BTU/h)

M = Calor generado por el metabolismo (BTU/h)

R = Calor ganado o perdido por radiación (BTU/h).

C = Calor ganado o perdido por convección (BTU/h).

A. Posición y movimiento del cuerpo			kcal/min
Sentado			0.3
Parado			0.6
Caminando			2.0-3.0
Caminando cuesta arriba			añadir 0.8 por metro de recorrido
B. Tipo de Trabajo		Promedio (kcal/min)	Rango (kcal/min)
Trabajo manual	ligero	0.4	0.2-1.2
	pesado	0.9	
Trabajo con un brazo	ligero	1.0	0.7-2.5
	pesado	1.7	
Trabajo con ambos brazos	ligero	1.5	1.0-3.5
	pesado	2.5	
Trabajo con el cuerpo	ligero	3.5	2.5-15.0
	moderado	5.0	
	pesado	7.0	
	muy pesado	9.0	

DETERMINACIÓN DE LA CARGA DE TRABAJO.

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
Nota: Al cálculo metabólico obtenido de esta tabla se le debe añadir 1 Kcal/min por el metabolismo basal. 1BTU=0.252kcal. El resto de los valores puede aproximarse mediante las siguientes fórmulas empíricas desarrolladas por Belding y Hatch y modificadas por Helpting y Belding para obreros vestidos. $R = 17.5 (T_w - 95)$ $C = 0.756 V^{0.6} (T_s - 95)$ $T_w = T_g + 0.17 V^{0.5} (T_g - T_s)$ Donde: T_w =Temperatura media radiante V =Velocidad del aire (ft/min). Además de la cantidad de calor que gana el trabajador, se debe conocer el nivel de evaporación que le permite el ambiente, es decir, la cantidad de calor que puede perder su organismo con la sudoración: $E_{max} = 2.8 V^{0.6} (42 - P_{va})$ Donde: E_{max}= Cantidad de calor máxima que el trabajador puede perder por evaporación del sudor (BTU/h). P_{va}= Presión de vapor de agua del aire (mm.Hg). Es muy importante resaltar que, por indicaciones médicas, se debe evitar que el trabajador pierda por evaporación del sudor más de 2,400btu/h por lo que, cuando E_{max} sea mayor a este valor, deberá utilizarse un valor de $E_{max}=2,400btu/h$ en el cálculo del Tiempo Máximo de Exposición. La presión de vapor de agua del aire se puede leer directamente sobre una carta psicométrica. Los valores de entrada a dicha tabla son la Temperatura de Bulbo Seco y Bulbo Húmedo obtenidas mediante un psicrómetro, a las que llamaremos T_{ps} y T_{pbh} respectivamente. Cuando tenemos los datos exactos de la cantidad de calor que el trabajador está ganando y perdiendo por unidad de tiempo, podemos calcular el Índice de Sobrecarga Calórica: $ISC = \frac{E_{req}}{E_{max}} \times 100$	

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

Este índice simplemente va a servir para establecer una relación entre el calor ganado y el calor perdido por el trabajador. Su interpretación se muestra en la siguiente tabla

ISC	Interpretación
0	No existe tensión térmica y no hace falta que el trabajador pierda calor por evaporación.
100%	Valor límite en el que cualquier deterioro en cualquiera de las variables ambientales provocará una sobrecarga calórica.
<100%	El trabajador es capaz de perder a través de la evaporación del sudor todo el calor que está absorbiendo, por lo que no hay sobrecarga calórica.
>100%	Existe sobrecarga calórica.

Interpretación del Índice de Sobrecarga Calórica (ISC).

Si mediante el ISC se ha determinado que el trabajador está expuesto a una sobrecarga calórica, es necesario calcular el Tiempo Máximo de Exposición bajo estas condiciones:

$$TME = \frac{250BTU}{E_{req} - E_{max}}$$

Esta fórmula se basa en el hecho de que un aumento en la temperatura corporal de más de 2°F se considera peligroso, y se da con la ganancia de 250BTU.

El TME está expresado en horas y sólo es válido cuando existe sobrecarga calórica. Es necesario calcular también el período de recuperación que necesita el trabajador para que su cuerpo vuelva a su nivel térmico óptimo. Para hacerlo, es necesario calcular de nuevo los valores de E_{max} y E_{req} pero en el lugar y las condiciones de recuperación. Así, tendremos el Tiempo Mínimo de Recuperación en horas. Durante el período de recuperación, el trabajador deberá estar descansando de ser posible en un lugar fresco y alejado de las fuentes de calor, se le debe suministrar agua razonablemente fría (entre 10 y 15°C) y adicionada con sal (1g por cada litro de agua) para que recupere las sales corporales. Antes de que regrese a su puesto, es necesario constatar que la temperatura central del trabajador efectivamente ha regresado a su nivel óptimo y que su estado general es adecuado para continuar trabajando bajo esas condiciones. Por último, cabe mencionar que es muy recomendable que existan suministros de agua (fría y con sal) cerca de los trabajadores que se encuentran bajo condiciones térmicas elevadas para que puedan estar hidratándose continuamente y su desgaste físico sea menor.



LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

3. CONDICIONES TÉRMICAS ABATIDAS.

Se conoce como condición térmica abatida a la situación ambiental que es capaz de producir pérdida de calor en el cuerpo humano, debido al frío, rompiendo el equilibrio térmico del trabajador, tendiendo a disminuir su temperatura corporal central.

No hay ningún método cuantitativo para determinar los tiempos máximos permisibles de exposición a temperaturas abatidas y sólo hay recomendaciones que deben tomarse en cuenta para proveer al trabajador con la protección adecuada para evitar daños a su salud.

1. Cuando la temperatura ambiental es inferior a los 4°C, el trabajador debe contar con ropa aislante adecuada para evitar la disminución de su temperatura central.

Para calcular el grado de aislamiento que debe tener la ropa de trabajo es necesario considerar los efectos combinados de la temperatura y la velocidad del aire. Para tal efecto se presenta la Tabla 5, en la que se muestra una temperatura equivalente que resulta de calcular la pérdida de calor con los efectos combinados del frío y el viento.

Velocidad del viento viento (km/h)	TEMPERATURA REAL LEÍDA EN EL TERMÓMETRO (°C)											
	10	4	-1	-7	-12	-18	-23	-29	-34	-40	-46	-51
	Temperatura Equivalente											
Calma	10	4	-1	-7	-12	-18	-23	-29	-34	-40	-46	-51
8	9	3	-3	-9	-14	-21	-26	-32	-38	-44	-49	-56
16	4	-2	-9	-16	-23	-31	-36	-43	-50	-57	-64	-71
24	2	-6	-13	-21	-28	-36	-43	-50	-58	-65	-73	-80
32	0	-8	-16	-23	-32	-39	-47	-55	-63	-71	-79	-85
40	-1	-9	-18	-26	-34	-42	-51	-59	-67	-76	-83	-92
48	-2	-11	-19	-28	-36	-44	-53	-62	-70	-78	-87	-96
56	-3	-12	-20	-29	-37	-46	-55	-63	-72	-81	-89	-98
64	-3	-12	-21	-29	-38	-47	-56	-65	-73	-82	-91	-100
Velocidades mayores a 64km/h tienen poco efecto adicional	POCO PELIGRO Para lapsos menores a 1 hr. y trabajadores vestidos adecuadamente.				PELIGRO CRECIENTE Peligro de congelamiento de tejido expuesta en un minuto.				GRAN PELIGRO El tejido expuesto puede congelarse en 30 segundos.			
	Existe riesgo de lesiones por frío en cualquier punto de esta tabla.											

PODER DE ENFRIAMIENTO DEL VIENTO EN TEJIDO EXPUESTO EXPRESADO COMO TEMPERATURA EQUIVALENTE.

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
2. Para piel descubierta no se debe permitir exposición continua si se presenta una temperatura equivalente de -32°C. La congelación de los tejidos ocurrirá sólo a temperaturas inferiores a 1°C, sin importar la velocidad del viento. Cuando la temperatura del aire sea igual o menor a 2°C, es imperativo que a los trabajadores que se sumerjan en agua o se les humedezca la ropa se les proporcione un cambio de ropa seco y que reciban tratamiento contra hipotermia. 3. Si el trabajo se realiza continuamente a una temperatura equivalente de -7°C o inferior, es necesario colocar refugios calientes (tiendas, cabañas, vestidores, etc.) cerca del área de trabajo. Se debe alentar a los trabajadores a usar dichos refugios a intervalos regulares, dependiendo de la severidad del medio ambiente. Si el trabajador presenta temblores, pequeñas lesiones en tejidos expuestos, fatiga excesiva, somnolencia, irritabilidad o euforia, es señal de que debe regresar inmediatamente al refugio. La deshidratación es un factor importante, por lo que el trabajador debe consumir bebidas dulces calientes y sopas para tener aporte de calor y de líquidos. El consumo de café debe restringirse por sus efectos diuréticos y circulatorios. 4. La ropa aislante suele ser gruesa y pesada y puede limitar la movilidad y el rendimiento del trabajador, por lo que hay que tener en cuenta estos factores cuando se calcule su carga de trabajo. También es necesario asegurarse de no asignarle al trabajador tareas tan pesadas que puedan ocasionar que su ropa se humedezca con sudor. Como se mencionó al inicio, no existe un método para determinar un tiempo máximo de exposición a temperaturas abatidas. La seguridad en ambientes fríos dependerá de proporcionar a los trabajadores la protección adecuada contra el frío, así como la instrucción adecuada para identificar las señales que les puedan indicar que su salud está siendo afectada por las bajas temperaturas. <u>4 MEDIDAS TOMADAS SOBRE LAS CONDICIONES DE TEMPERATURA EN EL SITIO DE TRABAJO.</u> <u>SOBRE LA FUENTE</u> En la mayoría de los casos resulta relativamente sencillo identificar las fuentes inmediatas que producen los problemas de confort térmico; las soluciones pueden ir desde las medidas más elementales hasta la implementación de complejos sistemas	

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
De control. Las medidas que se adopten dependerán de las condiciones del sitio de trabajo, pues en algunos casos se hace preciso mantener ciertas condiciones de temperatura en un determinado proceso productivo (por ejemplo en las embotelladoras de bebidas, o en las empresas de flores). En el caso de condiciones de calor superiores a los límites de confort, se puede actuar sobre los focos de calor previniendo las posibles condiciones desde la fase de diseño, modificación del proceso productivo, encerramiento de procesos, extracción localizada, apantallamiento de focos de calor radiante. Si el problema se da porque las temperaturas son más frías de lo ideal, se recomienda mantener los umbrales del proceso a nivel superior de manera que los aparatos o fuentes específicas del frío produzcan el menor efecto posible. <u>SOBRE EL MEDIO</u> El medio está determinado por muchas condiciones, entre las cuales se pueden destacar el clima y los procesos que se llevan a cabo en el ambiente de trabajo. Las medidas que se aplican sobre el medio tienen alto impacto en las condiciones térmicas del microclima de trabajo. Para el caso de temperaturas elevadas, se pueden modificar los sistemas de ventilación de los locales y controlar la velocidad de circulación del aire. Si el problema es de frío intenso se pueden instalar aparatos calefactores orientados a la zona de trabajo, siempre y cuando esto no influya de manera negativa en el proceso. <u>SOBRE EL INDIVIDUO</u> En algunos casos las condiciones extremas o incómodas de temperatura son necesarias o inevitables; es en estos casos donde las medidas de protección se deben aplicar al individuo. Si las temperaturas superan el umbral de confort térmico, se recomienda <u>controlar</u> el calor metabólico, construir cabinas climatizadas, reposición de líquidos y sales minerales, control médico, y la implementación de medidas de formación e información. En el caso de temperaturas muy frías, la principal medida va enfocada a la utilización de ropas adecuadas, ya que estas tienen un alto impacto en las condiciones de confort térmico de los trabajadores. Así mismo los trabajadores	



LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

deben tener conocimiento acerca de regímenes de comidas y bebidas apropiadas, reconocimiento de los primeros síntomas de congelación y reconocimiento de los síntomas de hipotermia o enfriamiento corporal excesivo.

MEDIDAS ADMINISTRATIVAS

La administración debe tener programas de riesgos profesionales y condiciones apropiadas de los ambientes de trabajo. Se recomienda también la implementación de programas de mejoramiento continuo de manera que cada día que pasa se amplíen los conocimientos sobre el comportamiento del organismo humano en el trabajo y se puedan proponer soluciones ingeniosas y económicas para preservar la salud y la comodidad de los trabajadores. (Este tipo de programas ha dado muy buenos resultados en las compañías japonesas, se requiere un alto compromiso y disciplina por parte de los directivos).

5. DESARROLLO

Para condiciones térmicas elevadas:

- Determinar el lugar en que se realizará el estudio y especificar si se realizará a nivel ambiental o personal. El analista puede también hacer un reconocimiento en el área, cuidándose de no exponerse a condiciones extremas. De acuerdo al tamaño del área a estudiar, al número de personas que laboran en ella y a las funciones que cada trabajador realiza, se determinará la conveniencia de realizar el estudio a nivel personal o ambiental.
- Colocar los instrumentos y tomar las mediciones necesarias de acuerdo al tipo de estudio que se esté realizando. Los puntos de medición deben ser representativos de las condiciones generales de operación.
- Con base en las mediciones realizadas, calcular los índices Tgbh, ISC y TME para poder determinar si existe una sobrecarga calórica en los trabajadores del área en estudio.

Resuelva los siguientes problemas:

- Se desea determinar si un operador está recibiendo una sobrecarga calórica de trabajo, el cual realiza una operación pesada con ambos brazos en una posición de sentado. Se sabe que la temperatura del ambiente es de 30°C, además la

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
temperatura del globo es de 45°C y la temperatura de bulbo húmedo es de 25°C. El operador está expuesto al aire que tiene una velocidad de 24 km/h. Determine el índice de sobrecarga calórica y si existe una sobrecarga calórica especifique el tiempo máximo de exposición. B) Una persona realiza de pie un trabajo muy pesado. La temperatura del ambiente es de 30°C, la temperatura del globo 38°C, la del bulbo húmedo 20°C, y la velocidad del aire 30 km/h. Determine el índice de sobrecarga calórica y si existe una sobrecarga calórica especifique el tiempo máximo de exposición. $^{\circ}\text{F} = 1.8(^{\circ}\text{C}) + 32$ 1 metro = 3.2808 ft. 1 BTU= 0.252 Kcal. Utilice la carta psicométrica para el cálculo de la temperatura bulbo húmedo Tbh, y las tablas de presiones de vapor para la obtención de la presión de vapor de agua del aire Pva que se encuentran en los Anexos. 6. CALCULOS Y RESULTADOS 1. Seleccionar un lugar donde existan trabajadores que pasen 8 horas de jornada laboral. Describir la actividad y clasificar el tipo de trabajo que se realiza ahí. 2. Calcular el Tgbh para ver la cantidad en °C que se están recibiendo en ese lugar, la evaluación será personal usando las fórmulas correspondientes al tipo de instalación, y el tamaño de la muestra será igual a 10 pares de mediciones de temperatura y humedad relativa para cada posición: cabeza, tobillo y abdomen. En total 30 pares de lecturas o registros. 3. Con los promedios de las mediciones, obtener Tgbh 4. Comparar el resultado obtenido con la tabla de límites de exposición, aunque no exista sobrecarga calcular el ISC así como el TME. considerar los siguientes datos: - Tg = 30°C - Vel. Aire = 6 km/h 5. Concluir sobre las condiciones térmicas del lugar dependiendo de los resultados, en caso de que se presente amenaza a la salud, presentar opciones para eliminar o reducir las condiciones térmicas adversas.	



LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

7. CONCLUSIONES

8. CUESTIONARIO

1. ¿Qué respuestas puede presentar la agresión térmica en el trabajador?
2. ¿A que se conoce como calor metabólico?
3. ¿Cuáles son las medidas tomadas sobre las condiciones de temperatura en el sitio de trabajo?

9. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

1. Como Marco Teórico se debe profundizar en los siguientes temas:
 - ✓ El cuerpo humano y la temperatura.
 - ✓ Condiciones térmicas elevadas y su influencia en el ser humano.
 - ✓ Condiciones térmicas abatidas y su influencia en el ser humano.
2. El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.
 1. Tema.
 2. Objetivos.
 3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
 4. Procedimiento de la práctica.
 5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
 6. Análisis de resultados.
 7. Problemas Resueltos
 8. Conclusiones.
 9. Bibliografía.
 10. Anexos (Cuestionario resuelto).

3.6 INGENIERIA DE METODOS Y PRODUCCION

3.6.1 PRODUCCION EN LINEA PARA INVENTARIO FLOW SHOP CON MTS

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		LABORATORIO DE INGENIERIAS	
		LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL	
PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
5	120 MIN	PRODUCCION EN LINEA DE PRODUCTOS PARA INVENTARIO	INGENIERIA DE METODOS Y PRODUCCION

1. OBJETIVOS

- Analizar en el laboratorio, las características propias de un tipo de producción en línea, que opera bajo un sistema de fabricación para inventario mts – *make to stock*, con demanda aleatoria. Reconocer y analizar otros aspectos propios de este tipo de proceso, tales como:
 1. Los efectos de la especialización y subdivisiones de labores.
 2. La medición de la productividad de la mano de obra directa
 3. La importancia del registro de datos, los cálculos y el análisis de información en una organización productiva.
 4. El mejoramiento de procesos y el trabajo en equipo

2. METODO

Consiste en el ensamble en un proceso de línea, de un modelo de vehículo llamado UPS1.

3. EQUIPOS Y MATERIALES

- Partes y componentes piezas tipo LEGO para armar el vehículo UPS1
- Piezas plásticas de dos colores para reemplazar los vehículos que van a desensamble.
- Contenedores plásticos para pasar el producto en proceso y su etiqueta a la estación de trabajo siguiente.
- Formatos para registro de la producción, el inventario y los tiempos.

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

✓ Dos cronómetros



4. MARCO TEORICO

Hoy en día el aumento de las empresas en Ecuador y el mundo ha ido en aumento, en muchos casos por inversión nacional o también por inversión internacional, el aumento de estas empresas es debido al aumento en la demanda de algún producto en específico, pero como saber ¿Qué cantidad de productos debemos fabricar? En base a qué principios o qué visión ¿Debemos realizar la producción? A continuación haremos mención a dos sistemas de producción, una que hace referencia a tener un fabricación para inventario y otra que hace referencia a fabricar lo necesario, para ser más claros cada uno de estos enfoques responde a diferentes requerimientos del mercado. Por ejemplo, MTS está basado en pronósticos de demanda y se utiliza generalmente para producir productos genéricos y de alta rotación. Por otro lado, MTO responde exclusivamente a órdenes en firme y permite mayor flexibilidad de producto, aunque con un tiempo de respuesta menor. No obstante, algunas empresas comparten sus recursos de producción entre varios de estos enfoques, lo que representa un reto adicional a la administración de sus operaciones. La mezcla entre los enfoques MTS/MTO es uno de estos casos, del cual se ocupa el presente trabajo

- Fabricación para inventario: También conocida como MTS (Make to Stock). Las empresas que trabajan bajo este enfoque producen sus productos por lotes para mantener cantidades de producto final en inventario y así responder rápido a los requerimientos de los clientes. Se puede optar por mantener inventario de productos similares entre si, a los cuales solo se les debe variar alguna característica para obtener el producto final, por ejemplo el color.

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

Por lo general los clientes son consumidores finales.

CARACTERISTICAS	FABRICACION PARA INVENTARIOS (MTS)	FABRICACION POR PEDIDO (MTO)
PRODUCTO	Especificaciones del productor, Poca variedad Barato	Especificaciones del cliente, Gran variedad, Costoso
OBJETIVOS	Equilibrar el inventario, la capacidad y el servicio	Administrar los tiempos de demora y la capacidad
PRINCIPALES PROBLEMAS DE OPERACIONES	Pronóstico, Planeación de la producción, Control del Inventario	Promesas de entrega Tiempo de entrega

La literatura sobre el tema de MTS versus MTO viene desde los 60's cuando se presentó un modelo de un producto con inventario estocástico con lead time cero para comparar los costos simples de fabricarlo bajo MTS o bajo MTO. El estudio de la problemática MTS/MTO se ha mantenido relevante pero se ha vuelto más complejo a medida que la variación de producto aumenta y las condiciones del mercado son más dominantes. Durante los últimos años se ha observado una serie de cambios en las políticas de producción de las compañías y se han visto moverse gradualmente hacia la producción híbrida MTS/MTO.

DECISIÓN MTS O MTO

El aumento de los costos ha conllevado a efectuar cada vez procesos más eficaces y concretos con el inventario casi cero, rigiendo a las empresas a producir con sistemas pull o de "fabricación bajo pedido" - MTO. Al mismo tiempo, el aumento la influencia de la competencia ha llevado a aumentar el significado en el servicio al cliente, lo cual lleva a las empresas a tener productos fabricados para inventario – MTS. La mayoría de los estudios encontrados sobre la combinación de MTS/MTO se refieren a la decisión de producir un producto bajo MTS ó bajo MTO. Por ejemplo, por medio de una metodología novedosa que combina un análisis FODA (fortalezas oportunidades, debilidades, amenazas) con un Proceso Jerárquico Analítico proponen una

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
estructura de toma de decisiones estratégicas para determinar si un producto particular debe ser producido bajo MTS ó MTO. Sin embargo, estas decisiones no siempre son posibles, se puede hacer referencia a los ambientes combinados MTS/MTO, Algunas empresas fabrican todos sus productos bajo pedido y otras fabrican para inventario. Hay algunas empresas que mantienen su producción híbrida, donde algunos artículos se producen para inventario y otros bajos pedidos. El ambiente de producción se caracteriza por altos tiempos de cambio, capacidad limitada y efectos de congestión. En dicho ambiente, fabricar un producto bajo pedido reduce el costo del inventario pero puede incrementar el tamaño del lote y los costos de inventario del producto fabricado para inventario. Además, los tiempos de producción aumentan debido a efectos de congestión, resultando en mayores niveles de inventario de seguridad para los productos fabricados para inventario y un nivel de servicio menor para los productos fabricados bajo pedido, lo que conduce a un problema. Se puede considerar que la decisión sobre si utilizar la política MTO ó MTS es una decisión estratégica y compleja debido a que los factores involucrados son variados, y que la solución debe considerar los trade-offs (es una situación en la cual se debe perder cierta cualidad a cambio de otra cualidad. Implica una decisión en la cual se comprende totalmente las ventajas y desventajas de cada elección. Por ejemplo, en una compra se puede gastar más dinero a cambio de una mayor calidad (es decir, se pierde más dinero pero se adquiere mayor calidad) o elegir una opción más económica (en la cual el ahorro será mayor pero la calidad menor) Otro ejemplo sería un paciente con cáncer, el cual debe escoger entre los efectos secundarios de una terapia, y cuanto extenderá su vida.) Entre características producto-proceso y los requerimientos del mercado, por su parte, distingue estos trade-offs al anotar que producir para inventario es normalmente más efectivo en términos de costo pero producir bajo pedido abre la posibilidad de ofrecer una variedad más amplia de productos personalizados. Además, señala que la necesidad de variar la política de producción para diferentes	



LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

productos resulta de diferentes motivos, como la nivelación de la capacidad de producción o para garantizar tiempos de entrega más cortos para algunos productos.

5. DESARROLLO

Se realizará 20 pedidos con el siguiente número de carros por pedido:

- ✓ Dejar listo todas las partes del vehículo que vamos a necesitar.
- ✓ Tener listo las etiquetas de cada vehículo.

Esta práctica requiere de un grupo de 30 estudiantes (2 por cada puesto de trabajo), ellos deben cumplir los siguientes roles:

GENERACION DEMANDA			
PEDIDO	Número de autos por pedido	PEDIDO	Número de autos por pedido
1	0	11	3
2	0	12	1
3	1	13	1
4	2	14	3
5	1	15	3
6	0	16	3
7	3	17	1
8	1	18	1
9	0	19	1
10	4	20	2
TOTAL PEDIDOS			30
PROMEDIO			1,5
DESVIACION STANDARD			1,234376041

CARGO	CANTIDAD	FUNCION PRINCIPAL
Gerente de Producción	1	Dirección y toma de decisiones
Control de Producción	1	Control y registro de la información de producción en el formato de registro
Asistente de ventas	1	Generación y control de demanda - llena el formato de Registro de Demanda
Operarios línea ensamble	5	Producir los vehículos
Inspector de calidad	1	Verificar calidad producto terminado
Almacenista	1	Recepción e inventario de producto
Control de tiempo	2	Manejo de reloj y tiempos
Operarios de desensamble	3	Desensamble y abastecimiento de materia prima a la línea de producción
Total estudiantas	15	

	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
<u>FUNCIONES Y ACTIVIDADES DE CADA UNO DE LOS ROLES ASIGNADOS A ESTUDIANTES</u> OPERARIO 1: Asigna un número consecutivo por corrida cada auto y anota este número y la hora de inicio del ensamble de cada vehículo. Ensambla la estructura para derecho e izquierdo y dos soportes OPERARIO 2: Ensambla el motor, incluye: culata, eje y piñón. OPERARIO 3: Ensambla el tren delantero. Eje y dos llantas OPERARIO 4: Ensambla el tren trasero. Eje, piñón y dos llantas. OPERARIO 5: Ensambla la carrocería (3 piezas) INSPECTOR DE CALIDAD: Revisa e inspecciona cada auto y lo acepta o rechaza en la etiqueta, anota la hora de fin de ensamble en la etiqueta y pasa el reporte y el auto, ya sea aceptado o rechazado, al almacenista. ALMACENISTA: Almacenamiento y control de autos aceptados y rechazados. Reemplaza los autos terminados por piezas de color y entrega los carros a los operarios de desensamble. Entrega las etiquetas de cada vehículo a Control de Producción y coordina la entrega de vehículos a los clientes con el asistente de ventas. ASISTENTE DE VENTAS: Genera la demanda aleatoria para el auto. Registra la demanda en el formato “Registro de Demanda y Control de Entrega” conjuntamente con el almacenista entrega los vehículos a los clientes, desde el inventario y registra la entrega de en el mismo formato. Realiza cálculos al final de la corrida. Entrega vehículos al cliente desde el inventario de vehículos en coordinación con el almacenista. Orden a seguir: PEPS. CONTROL DE PRODUCCION: Recibe las etiquetas de cada vehículo terminado; registra la producción en el formato “Registro de Producción” y en el tablero. Realiza cálculos al final de la corrida	

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
OPERARIOS 6, 7 Y 8 Desensamblan las piezas y abastecen de partes y componentes a la línea de producción. CONTROL DE TIEMPO 1: Ubicado al inicio de línea de producción; informa la hora (en voz alta) cuando se lo pregunte cualquiera de los participantes que los necesite (por ejemplo anotar horas en la etiqueta del vehículo). Controla el inicio y fin de cada corrida, conjuntamente con el gerente de producción. CONTROL DE TIEMPO 2: Trabaja junto al asistente de ventas, al almacenista y al control de producción. Informa la hora de venta y entrega de los vehículos. GERENTE DE PRODUCCION: Dirección y control de la producción. Algunas decisiones del gerente de producción son: ✓ Asignación de posiciones a los operarios. ✓ Definición de número de operarios para desensamble en cada corrida. Se inicia con tres. ✓ Verifica la disponibilidad de etiquetas y formatos en cada corrida. ✓ Inicio y tiempo de las corridas de entrenamiento. ✓ Inicio, fin y tiempo de cada corrida de línea. ✓ Definición del tiempo de carga del sistema en cada corrida, o sea el tiempo de acumulación de inventario sin demanda. ✓ Definición de mejoras y cambios entre corridas para aumentar la productividad y la tasa de producción si es necesario. ✓ Asignación de las personas a roles para dar descanso a los que están trabajando.	

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
<u>ETAPAS A SEGUIR COMO PARTE DEL LABORATORIO</u> Se realizan cinco corridas de producción así: ✓ CORRIDA 1 Corrida de entrenamiento. Todo el grupo trabaja con el fin de conocer y familiarizarse con el proceso de ensamble. No se registra ningún dato. ✓ CORRIDA 2 Corrida de entrenamiento, nueva corrida para familiarizarse con los formatos de registro de datos de producción y estimar la tasa promedio de producción (autos por minuto) ✓ CORRIDA 3 Con una tasa de demanda similar a la tasa estimada de producción. ✓ CORRIDA 4 con una tasa de demanda superior a la tasa estimada de producción. ✓ CORRIDA 5 con una tasa de demanda inferior a la tasa estimada de producción. <u>ACTIVIDADES PREVIAS ANTES DE LAS CORRIDAS DE ENTRENAMIENTO UNA Y DOS (1 Y 2)</u> GERENTE DE PRODUCCION ✓ Asigna roles a los estudiantes. Cada posición debe tener, dos estudiantes para poder sustituir en cualquier corrida. ✓ Define la duración de cada corrida de entrenamiento. ✓ En la corrida dos: calcula la tasa de producción promedio. OPERARIOS Y DEMAS ROLES ✓ Preparan y ajustan la línea de producción, de acuerdo con la distribución en planta, y prepara la línea con las partes y componentes disponibles en cada puesto de trabajo. <u>ACTIVIDADES PREVIAS ANTES DE LAS CORRIDAS 3, 4 Y 5</u> GERENTE DE PRODUCCION Y CONTROL DE PRODUCCION ✓ Definición de mejoras o cambios a realizar con relación a la corrida anterior, con todo su quipo de trabajo.	

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
✓ Estimación de la tasa de producción. Se hace con base a los resultados de las corridas de entrenamiento y/o los resultados de las corridas anteriores. ✓ Verificación de disponibilidad de partes, contenedores y formato de registro. ✓ Definición del período de acumulación de inventario. Es el tiempo de producción sin demanda, con el fin de acumular un inventario inicial de autos en el almacén de producto terminado al menos 2 minutos. ✓ Llenar los datos iniciales de la corrida en el encabezado del formato de Registro de Producción. ASISTENTE DE VENTAS ✓ Generación de demanda. Genera la demanda aleatoria. ✓ Anota los datos de los pedidos en el formato de registro de la demanda. OPERARIOS Y DEMAS ROLES ✓ Preparan y ajustan la línea de producción de acuerdo con la distribución en planta y preparan la línea con las partes y componentes disponibles en cada puesto de trabajo. <u>ACTIVIDADES POSTERIORES A CADA CORRIDA</u> <u>CONTROL DE PRODUCCION</u> hace y registra los cálculos solicitados en la parte inferior del formato de Registro de Producción <u>ASISTENTE DE VENTAS</u> hace y registra los cálculos solicitados en la parte inferior del formato de Registro de Demanda y Control de Entrega. <u>DISTRIBUCION EN PLANTA DE LA LINEA DE ENSAMBLE.</u> La distribución en planta y ubicación de cada rol lo tienen que diseñar en el laboratorio, se da un ejemplo en los anexos.	



LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

6. CALCULOS Y RESULTADOS

Los cálculos y resultados hay que hacer en base de las corridas 3, 4 y 5, calcule para cada una de las corridas:

- ✓ Tasa de producción autos/minuto
- ✓ Tiempo de ciclo por auto en planta (tiempo promedio de permanencia de cada auto en la planta)
- ✓ Calidad: tasa de aceptación y rechazo de autos en porcentaje.
- ✓ Productividad de la mano de obra directa. Autos / minutos-hombre, Autos / mano de obra directa.
- ✓ Inventario promedios y finales de autos.
- ✓ Cumplimiento e incumplimiento de los pedidos de los clientes. En un número de pedidos completos; números de autos y porcentaje.

Haga un análisis de cada corrida que contenga:

- ✓ Resultado de las mejoras y cambios realizados entre corridas.
- ✓ Cuello de botella en cada corrida.
- ✓ Reacción de los operarios en cada corrida.
- ✓ Problemas en cada corrida. Por ejemplo: abastecimiento y disponibilidad de partes para el ensamble.

7. CONCLUSIONES



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
ECUADOR

LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

8. CUESTIONARIO

1. ¿Cómo mejoraría usted la productividad de la mano de obra?
2. Si la demanda disminuye como ¿cómo evitar la acumulación de inventario de vehículos?
3. ¿Cómo evitar pedidos no satisfechos ante la variabilidad de la demanda?
4. ¿Qué mejoras le haría usted al laboratorio? Elabore una lista de sugerencias que mejoren esta actividad académica.

9. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

El informe a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

1. Tema.
2. Objetivos.
3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
4. Procedimiento de la práctica.
5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
6. Análisis de resultados.
7. Problemas Resueltos
8. Conclusiones.
9. Bibliografía.
10. Anexos (Cuestionario resuelto).

10. BIBLIOGRAFIA

CORDOBA BARAHONA GERMAN, 2011 Guía de prácticas de laboratorio para Ingeniería de operaciones. Sello editorial Javeriano

<http://losproductoresdeideas.blogspot.com/p/55-plan-maestro-de-produccion.html>

<http://www.bdigital.unal.edu.co/5892/1/8911020.2012.pdf>



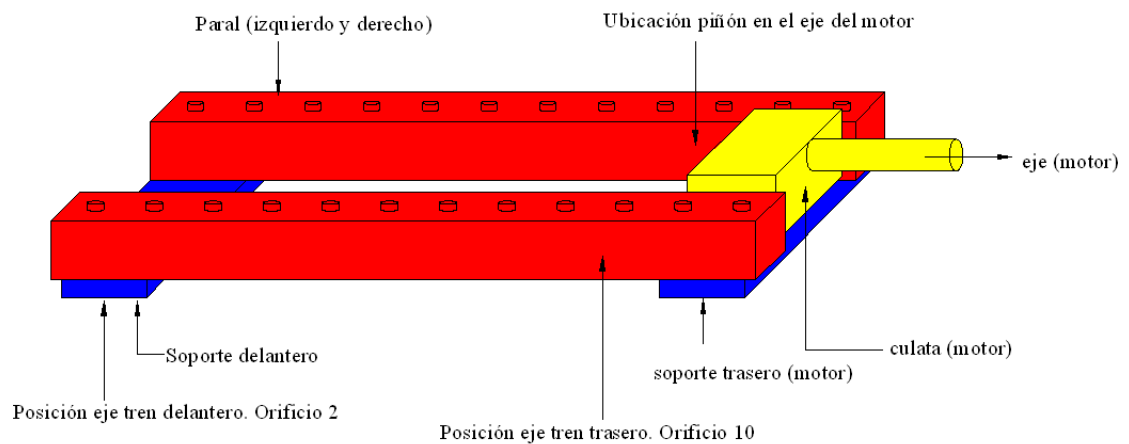
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
ECUADOR

LABORATORIO DE INGENIERIAS

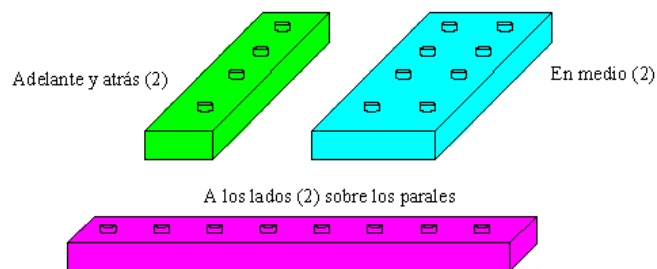
LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

DISEÑO Y ENSAMBLE DEL VEHICULO UPS

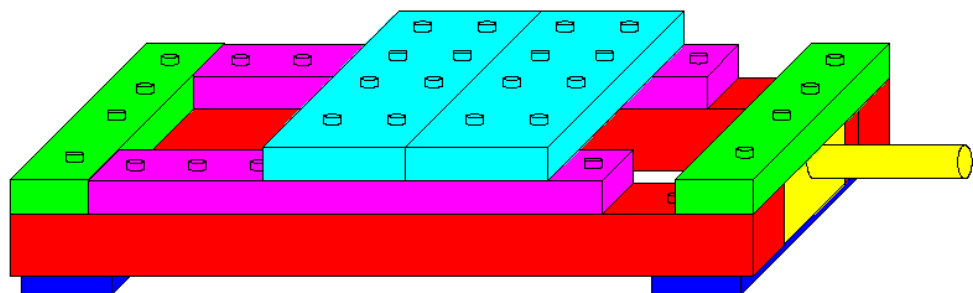
- ✚ Estructura: paral izquierdo y derecho, o soporte delantero y un soporte trasero
- ✚ Motor: Culata, eje y piñón
- ✚ Tren delantero: dos llantas pequeñas y un eje.
- ✚ Tren trasero: dos llantas, un eje y un piñón.
- ✚ Carrocerías: seis piezas



Piezas de la carrocería



Ensamble sin ejes y llantas





UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
ECUADOR

LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

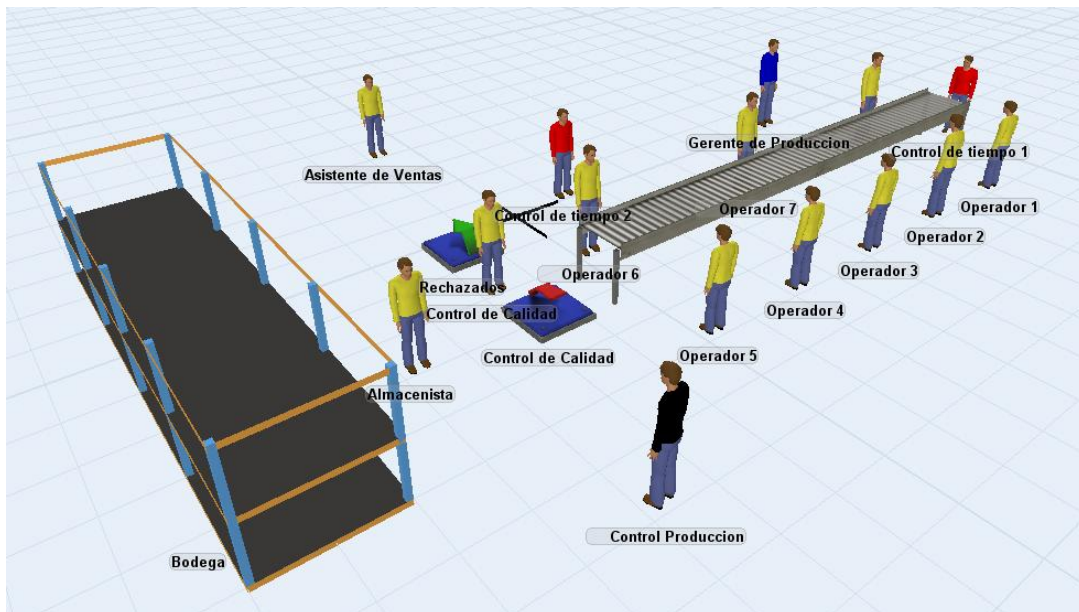
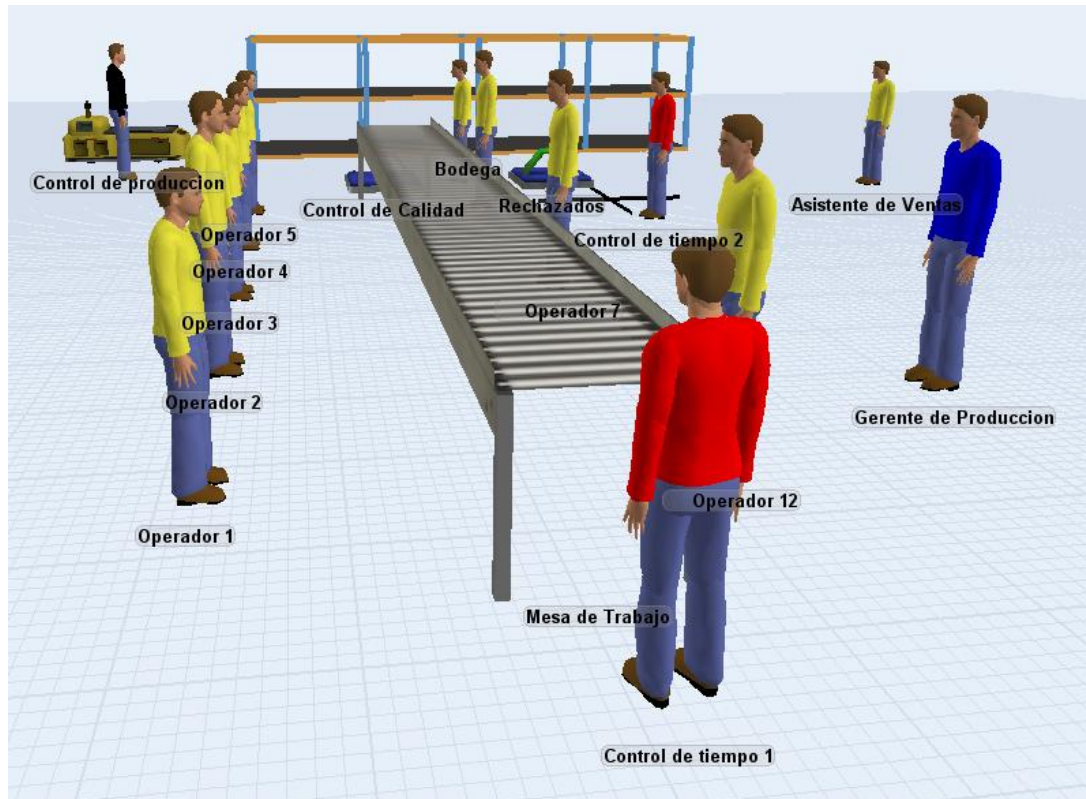
Distribución en planta





LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL



 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR			LABORATORIO DE INGENIERIAS		
			LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL		
FORMATO DE REGISTRO DE PRODUCCION CORRIDA No_____					
DATO			VALOR		UNIDADES
Tiempo de carga (producción sin demanda)					minuto
Hora inicio de la corrida			0		minuto
Hora inicio de la demanda					minuto
Tasa de producción estimada para la corrida					minuto
Número de operarios: Mano de obra directa					operario
Número de operarios: Mano de obra indirecta					operario
Personal administración					operario
No auto	Hora inicio (min)	Hora Fin (min)	Aceptado A Rechazado R	Tiempo de ciclo (min)	Observaciones
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
Total					
<u>CALCULOS Y DATOS</u>					
CALCULO			DATO		UNIDADES
TIEMPO DE CORRIDA					minutos
TOTAL UNIDADES ACEPTADAS					autos
TOTAL UNIDADES RECHAZADAS					autos
TOTAL UNIDADES					autos
TASA DE PRODUCCION REAL DE LA CORRIDA					autos / minutos

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR			LABORATORIO DE INGENIERIAS		
			LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL		
FORMATO DE REGISTRO DE PRODUCCION CORRIDA No_____					
DATO			VALOR		UNIDADES
Tiempo de carga (producción sin demanda)					minuto
Hora inicio de la corrida			0		minuto
Hora inicio de la demanda					minuto
Tasa de producción estimada para la corrida					minuto
Número de operarios: Mano de obra directa					operario
Número de operarios: Mano de obra indirecta					operario
Personal administración					operario
No auto	Hora inicio (min)	Hora Fin (min)	Aceptado A Rechazado R	Tiempo de ciclo (min)	Observaciones
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
Total					
<u>CALCULOS Y DATOS</u>					
CALCULO			DATO		UNIDADES
TIEMPO DE CORRIDA					minutos
TOTAL UNIDADES ACEPTADAS					autos
TOTAL UNIDADES RECHAZADAS					autos
TOTAL UNIDADES					autos
TASA DE PRODUCCION REAL DE LA CORRIDA					autos / minutos

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR			LABORATORIO DE INGENIERIAS		
			LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL		
FORMATO DE REGISTRO DE PRODUCCION CORRIDA No_____					
DATO			VALOR		UNIDADES
Tiempo de carga (producción sin demanda)					minuto
Hora inicio de la corrida			0		minuto
Hora inicio de la demanda					minuto
Tasa de producción estimada para la corrida					minuto
Número de operarios: Mano de obra directa					operario
Número de operarios: Mano de obra indirecta					operario
Personal administración					operario
No auto	Hora inicio (min)	Hora Fin (min)	Aceptado A Rechazado R	Tiempo de ciclo (min)	Observaciones
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
Total					
<u>CALCULOS Y DATOS</u>					
CALCULO			DATO		UNIDADES
TIEMPO DE CORRIDA					minutos
TOTAL UNIDADES ACEPTADAS					autos
TOTAL UNIDADES RECHAZADAS					autos
TOTAL UNIDADES					autos
TASA DE PRODUCCION REAL DE LA CORRIDA					autos / minutos

			LABORATORIO DE INGENIERIAS			
			LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL			
REGISTRO DE LA DEMANDA Y CONTROL DE ENTREGA CORRIDA No _____						
DATO			VALOR		UNIDADES	
Tasa de llegada de pedidos					pedidos/minuto	
Número promedio de autos por pedido					autos/pedido	
Desviación estándar de la demanda					autos/minuto	
Tasa media de demanda estimada					autos/minuto	
Hora Inicio de la corrida			0		minuto	
Tiempo inicio de la demanda. Pedido 1					minuto	
Pedido No.	Número de autos por pedido	Hora llegada del pedido	Hora entrega del pedido	Cantidad entregada	Cantidad no entregada	Tiempo Entrega - Llegada
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
Totales						
Promedios						
REGISTRO DE DATOS Y CALCULOS FINALES						
DESCRIPCION			DATO		UNIDADES	
Tiempo de fin de la demanda					minutos	
Total minutos de demanda					minutos	
Cumplimiento entrega					Autos entregados / autos pedidos	
Tiempo promedio entre entrega y llegada					minutos	

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR			LABORATORIO DE INGENIERIAS			
			LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL			
REGISTRO DE LA DEMANDA Y CONTROL DE ENTREGA CORRIDA No _____						
DATO			VALOR		UNIDADES	
Tasa de llegada de pedidos					pedidos/minuto	
Número promedio de autos por pedido					autos/pedido	
Desviación estándar de la demanda					autos/minuto	
Tasa media de demanda estimada					autos/minuto	
Hora Inicio de la corrida			0		minuto	
Tiempo inicio de la demanda. Pedido 1					minuto	
Pedido No.	Número de autos por pedido	Hora llegada del pedido	Hora entrega del pedido	Cantidad entregada	Cantidad no entregada	Tiempo Entrega - Llegada
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
Totales						
Promedios						
REGISTRO DE DATOS Y CALCULOS FINALES						
DESCRIPCION			DATO		UNIDADES	
Tiempo de fin de la demanda					minutos	
Total minutos de demanda					minutos	
Cumplimiento entrega					Autos entregados / autos pedidos	
Tiempo promedio entre entrega y llegada					minutos	

			LABORATORIO DE INGENIERIAS			
			LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL			
REGISTRO DE LA DEMANDA Y CONTROL DE ENTREGA CORRIDA No _____						
DATO			VALOR		UNIDADES	
Tasa de llegada de pedidos					pedidos/minuto	
Número promedio de autos por pedido					autos/pedido	
Desviación estándar de la demanda					autos/minuto	
Tasa media de demanda estimada					autos/minuto	
Hora Inicio de la corrida			0		minuto	
Tiempo inicio de la demanda. Pedido 1					minuto	
Pedido No.	Número de autos por pedido	Hora llegada del pedido	Hora entrega del pedido	Cantidad entregada	Cantidad no entregada	Tiempo Entrega - Llegada
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
Totales						
Promedios						
REGISTRO DE DATOS Y CALCULOS FINALES						
DESCRIPCION			DATO		UNIDADES	
Tiempo de fin de la demanda					minutos	
Total minutos de demanda					minutos	
Cumplimiento entrega					Autos entregados / autos pedidos	
Tiempo promedio entre entrega y llegada					minutos	

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		LABORATORIO DE INGENIERIAS		
		LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL		
DISEÑO DE ETIQUETA NUMERADA POR VEHICULO				
Vehículo No.			Vehículo No.	
Hora inicio			Hora inicio	
Hora fin			Hora fin	
Control de calidad			Control de calidad	
Aceptado			Aceptado	
Rechazado			Rechazado	
Vehículo No.			Vehículo No.	
Hora inicio			Hora inicio	
Hora fin			Hora fin	
Control de calidad			Control de calidad	
Aceptado			Aceptado	
Rechazado			Rechazado	
Vehículo No.			Vehículo No.	
Hora inicio			Hora inicio	
Hora fin			Hora fin	
Control de calidad			Control de calidad	
Aceptado			Aceptado	
Rechazado			Rechazado	
Vehículo No.			Vehículo No.	
Hora inicio			Hora inicio	
Hora fin			Hora fin	
Control de calidad			Control de calidad	
Aceptado			Aceptado	
Rechazado			Rechazado	
Vehículo No.			Vehículo No.	
Hora inicio			Hora inicio	
Hora fin			Hora fin	
Control de calidad			Control de calidad	
Aceptado			Aceptado	
Rechazado			Rechazado	
Vehículo No.			Vehículo No.	
Hora inicio			Hora inicio	
Hora fin			Hora fin	
Control de calidad			Control de calidad	
Aceptado			Aceptado	
Rechazado			Rechazado	

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		LABORATORIO DE INGENIERIAS		
		LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL		
DISEÑO DE ETIQUETA NUMERADA POR VEHICULO				
Vehículo No.			Vehículo No.	
Hora inicio			Hora inicio	
Hora fin			Hora fin	
Control de calidad			Control de calidad	
Aceptado			Aceptado	
Rechazado			Rechazado	
Vehículo No.			Vehículo No.	
Hora inicio			Hora inicio	
Hora fin			Hora fin	
Control de calidad			Control de calidad	
Aceptado			Aceptado	
Rechazado			Rechazado	
Vehículo No.			Vehículo No.	
Hora inicio			Hora inicio	
Hora fin			Hora fin	
Control de calidad			Control de calidad	
Aceptado			Aceptado	
Rechazado			Rechazado	
Vehículo No.			Vehículo No.	
Hora inicio			Hora inicio	
Hora fin			Hora fin	
Control de calidad			Control de calidad	
Aceptado			Aceptado	
Rechazado			Rechazado	
Vehículo No.			Vehículo No.	
Hora inicio			Hora inicio	
Hora fin			Hora fin	
Control de calidad			Control de calidad	
Aceptado			Aceptado	
Rechazado			Rechazado	
Vehículo No.			Vehículo No.	
Hora inicio			Hora inicio	
Hora fin			Hora fin	
Control de calidad			Control de calidad	
Aceptado			Aceptado	
Rechazado			Rechazado	

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR					LABORATORIO DE INGENIERIAS		
					LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL		
KARDEX INVENTARIO DE VEHICULOS							
Registre una sola transacción en cada línea: Las transacciones son solo: entradas y ventas							
JUEGO DE INVENTARIOS							
Línea	Hora de la transacción	Inventario Inicial	Entrada	Inventario Disponible	Salida vehículos		Inventario Final
					Pedido No.	Cantidad entregada	
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							
27							
28							
29							
30							
31							
32							
33							

3.6.2 PRODUCCION INTERMITENTE DE PRODUCTOS BAJO PEDIDO JOB SHOP-MTO

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		LABORATORIO DE INGENIERIAS	
		LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL	
PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
6	120 MIN	PRODUCCION INTERMITENTE DE PRODUCTOS BAJO PEDIDO	INGENIERIA DE METODOS Y PRODUCCION

1. OBJETIVOS

Analizar las características propias de un tipo de producción intermitente Job Shop que opera bajo un sistema de fabricación bajo pedido, mto – make to order, con demanda aleatoria y un número relativamente alto de productos. Reconocer y analizar otros aspectos de este tipo de proceso tales como:

- ✓ La programación, control y manejo de materias primas, partes y componentes.
- ✓ La importancia del manejo de planes y la programación de producción
- ✓ El manejo de los flujos y la carga de trabajo en cada sección y su dependencia de los pedidos de los clientes.

2. METODO

La práctica consiste en la fabricación bajo pedido del cliente de 8 productos diferentes en una planta dividida en 4 secciones, cada una de ellas especializada en un tipo de proceso y que puede intervenir o no en la fabricación de los productos Job Shop.

3. EQUIPOS Y MATERIALES

- ✓ Contenedores grandes para transporte y entrega de partes y ordenes de producción a cada sección.



LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

- ✓ Contenedores pequeños para la entrega de partes y órdenes de producción a cada sección
- ✓ Un cronómetro



4. MARCO TEORICO

MTO, acrónimo de **Make To Order**, es junto con MTS (make to stock), ATO (Assemble To Order) y ETO (Engineering To Order) un tipo de sistema de manufactura. MTO representa un escenario de una empresa de manufactura que produce determinado artículo sólo bajo pedido. Se diferencia de ATO (Assemble To Order) en que el artículo es total o parcialmente producido por la empresa (no sólo ensamblado). Por ejemplo, para extraer petróleo de las profundidades marinas se necesitan tubos metálicos especiales, mismos que sólo son producidos "bajo pedido" estricto de las compañías petroleras.

Este sistema se diferencia de ETO, en que el diseño ya está hecho, y no se trata de una solución particular a un problema del cliente.

Una estrategia de producción empresarial que normalmente permite a los consumidores a comprar productos que se adaptan a sus especificaciones. El hacer a pedido (MTO) la estrategia sólo fabrica el producto final una vez que el cliente hace el pedido. Esto crea el tiempo de espera adicional para que el consumidor reciba el producto, pero permite una mayor

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

personalización flexible respecto a la compra de las estanterías de los minoristas.

CARACTERISTICAS	FABRICACION PARA INVENTARIOS (MTS)	FABRICACION POR PEDIDO (MTO)
PRODUCTO	Especificaciones del productor, Poca variedad Barato	Especificaciones del cliente, Gran variedad, Costoso
OBJETIVOS	Equilibrar el inventario, la capacidad y el servicio	Administrar los tiempos de demora y la capacidad
PRINCIPALES PROBLEMAS DE OPERACIONES	Pronóstico, Planeación de la producción, Control del Inventario	Promesas de entrega Tiempo de entrega

El hacer a pedido (MTO) la estrategia alivia los problemas de exceso de inventario que es común con la tradicional fabricación para inventario (MTS) estrategia.

Dell es un ejemplo de una empresa que utiliza la estrategia de producción objetivo a mediano plazo.

MODELO DELL

El proceso de producción comienza una vez que el cliente hace el pedido (“built-to-order”). Esta es una revolución en la historia de los negocios. El modelo de ventas directas de Dell comprimió la cadena de valor al evitar el canal de distribución tradicional. La compañía vende por teléfono y a través de Internet directamente, lo que le permite vender más barato que los demás. Además, Dell captura una gran porción de las ventas añadidas, como productos accesorios. Por lo tanto, Dell es capaz de controlar ventas, servicio, y apoyo, lo que establece superiores relaciones con los clientes. La compañía no ha estado estancada en los últimos años, estableciendo su posición como líder en computadoras “desktop” y “laptop”; Dell recientemente redefinió su negocio y se ha convertido ahora en líder en “Workstation” y servidores corporativos.

Un comerciante minorista debe ganarse la vida todos los días, a toda hora. Debe preguntarse constantemente si ha comprado demasiada o insuficiente mercadería y si lo ha hecho de la variedad correcta. Para él, todo depende de cuán rápidamente la mercancía se va de los estantes. Un comerciante minorista tiene márgenes de

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

ganancia pequeños, pero puede ganar un retorno muy alto vendiendo todo lo que compra cada día. Jack Welch dijo una vez de su liderazgo en General Electric que *“se siente como tener una tienda de campo”*

Dell cambió las reglas del negocio de las PC y el paradigma de cómo las computadoras serían fabricadas y vendidas. Equiparando los cambios con las condiciones del mercado con nuevas oportunidades para hacer un negocio rentable, calculó que los usuarios sacrificarían las relaciones de venta cara a cara a cambio de precios bajos y personalización. En vez de comprar una de las máquinas pre configuradas que un comerciante tenía “en stock”, Dell le dio a sus clientes la posibilidad de elegir los elementos que sus PC tendrían.

5. DESARROLLO

La práctica consiste en la fabricación bajo pedido del cliente de 8 productos diferentes en un planta dividida en 4 secciones, cada una de ellas especializada en un tipo de proceso y que puede intervenir o no en la fabricación de los productos

Los productos a ensamblar son los siguientes:

- ✓ C1 Estructura para remolque.
- ✓ C2 Remolque. Tren delantero y trasero con ruedas pequeñas
- ✓ C3 Remolque. Tren delantero ruedas pequeñas, tren trasera rueda grandes
- ✓ C4 Grúa con eje pequeño
- ✓ G5 Grúa con eje de rueda
- ✓ C6 Tren móvil con un eje
- ✓ C7 Tren móvil con dos ejes
- ✓ C8 Transportador con rodillos

Consideraciones previas a realizar la práctica:

- Organizar la mesa de trabajo de acuerdo con la distribución en planta
- Tener listo formatos de pedido, orden de producción y el tablero de demanda y producción.
- Tener listo los contenedores para la entrega de partes a las secciones.
- Tener listo cronómetro.

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

Esta práctica requiere de un grupo de 30 estudiantes (2 por cada puesto de trabajo), ellos deben cumplir los siguientes roles:

CARGO	CANTIDAD	FUNCION PRINCIPAL
Gerente de Producción	1	Dirección y toma de decisiones
Asistente de ventas	1	Generación y control de demanda - llena el formato de Registro de Demanda
Planeadores de producción	2	Producir los vehículos
Almacenista de materiales	2	Producir los vehículos
Operario sección 1	1	Ensamble partes fijas
Operario sección 2	1	Ensamble partes móviles
Operario sección 3	1	Armado y ensamble final
Control de calidad y empaque	1	Control de calidad, empaque y entrega
Control de producción	1	control y registro de producción
Control de tiempo	1	
Operarios de desensamble	3	Desensamble y abastecimiento de materia prima a cada una de las secciones
Total estudiantes	15	

FUNCIONES Y ACTIVIDADES DE CADA UNO DE LOS ROLES ASIGNADOS A ESTUDIANTES

ASISTENTE DE VENTAS: Genera la demanda, elabora los pedidos y los entrega al gerente de producción.

ALMACENISTA DE MATERIALES: Almacenan y ordenan las partes en el almacén de materiales, recibe los pedidos, calcula la cantidad de partes requeridas y las entrega, en un contenedor, a los planeadores de producción.

PLANEADORES DE PRODUCCION: Calculan las partes que cada sección necesita, elaboran las órdenes de producción, preparan y entregan los contenedores y las órdenes a cada sección del taller.

OPERARIO SECCION PARTES FIJAS: Elabora y ensambla las partes fijas, reporta tiempos en la orden de producción, entrega las partes a ensamble final y la orden de producción a Control de Producción.

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
OPERARIO DE SECCION PARTES MOVILES: Elabora y ensambla las partes móviles, reporta tiempos en la orden de producción en la orden de producción, entrega las partes a ensamble final y la orden de producción a Control de Producción. OPERARIO SECCION ENSAMBLE FINAL: Ensambla el producto con las partes recibidas de los planeadores y las secciones anteriores, reporta tiempos en la orden de producción, entrega los productos a Control de Calidad y las ordenes de producción a Control de producción. CONTROL DE CALIDAD: Examina los productos, acepta o rechaza uno por uno, reporta tiempos en la orden de producción, entrega los productos a los clientes (Desensamble de Partes) y las ordenes de producción a Control de Producción. CONTROL TIEMPO: Arranca el cronómetro de ceros en cada corrida y da el tiempo a quien se lo solicite. OPERARIOS DESENSAMBLE: Desensamblas los productos y entregan las partes al área de materias primas. CONTROL DE PRODUCCIÓN: Recibe las órdenes, hace los cálculos y elabora el Tablero de Demanda y producción (anexos) GERENTE DE PRODUCCION: Asigna prioridades y la secuencia de ejecución a los pedidos recibidos. Toma las decisiones durante las corridas tales como: ✓ Asignación de operarios a las secciones. ✓ Definición de número de operarios por sección de acuerdo con los pedidos. ✓ Inicio y tiempo de cada corrida del sistema. ✓ Definición de la secuencia de manufactura de los pedidos en el taller.	

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
<u>ETAPAS A SEGUIR COMO PARTE DE LA PRÁCTICA</u> Se realizarán 4 corridas de producción así: ✓ CORRIDA 1 Para entrenamiento de operarios. Se ensamblan dos unidades de los productos C2, C4 y C8 y se toman tiempos por sección y productos ✓ CORRIDA 2 Con Operarios especializados. (solo ejecutan trabajos de su sección). Los materiales son entregados a cada sección, por los planeadores de producción en contenedores especiales, con la orden de producción respectiva. ✓ CORRIDA 3 Con operarios Multihábiles. (los operarios pueden colaborar con otra sección si están desocupados) ✓ CORRIDA 4 con mejoras sugeridas al proceso por parte de los estudiantes. Cada corrida incluye las siguientes actividades: • <u>ASISTENTE DE VENTAS</u>: Elabora los pedidos y los entrega, a la hora de llegada, al gerente de producción. • <u>GERENTE DE PRODUCCION</u>: Define la secuencia de fabricación de los pedidos y los entrega al almacenista. • <u>ALMACEN</u>: Cálculo (de acuerdo con la cantidad de productos solicitada), y entrega en un contenedor a los planeadores de producción. • <u>PLANEADORES DE PRODUCCION</u>: ✓ Recibo del pedido y contenedor de partes del almacén de materiales, elaboran órdenes de producción con numeración consecutiva, una por cada sección que participe en la manufactura. ✓ Anotan en la orden la hora de entrega de la orden, transportan y entregan en los contenedores y las ordenes de producción a cada sección. • <u>SECCIONES</u>: Sub ensamble y ensamble de acuerdo con los planos del productos. ✓ Anotan la hora de inicio en la orden de producción.	

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

- ✓ Sub ensamble y ensamble de partes asignadas.
- ✓ Anota la hora de fin de cada orden de producción y la pasa a la sección siguiente.
- ✓ Entrega la orden de producción a Control de Producción.
- CONTROL DE CALIDAD:
 - ✓ Anota la hora de recio de la orden de producción
 - ✓ Aceptación o rechazo del producto.
 - ✓ Anota la hora de fin de la orden. Nota: Antes de entregar al cliente debe estar lista la cantidad de productos solicitados por el cliente en el pedido.
 - ✓ Entrega de los pedidos al cliente.
 - ✓ Entrega la orden de producción a Control de Producción
- CONTROL DE PRODUCCION. Recibo de órdenes, cálculos por orden y llenado del Tablero de Demanda y producción. (anexos)
- CONTROL DE TIEMPO. Da el tiempo cuando alguien se lo solicita.
- DESENSAMBLE. Desensambla las partes y la entrega al almacén de materia prima.

DISTRIBUCION EN PLANTA DEL TALLER DE PRODUCCION INTERMITENTE

La distribución muestra una organización de cuatro secciones (orientada a procesos). La sección 1, ensambla partes fijas. La sección 2, partes móviles. La sección 3, hace los ensambles finales. La sección cuatro, el control de calidad y la entrega al cliente. Almacén y planeación de Producción son áreas de apoyo a la operación.

GENERACION DE DEMANDA

PRODUCTO SOLICITADO	CANTIDAD SOLICITADA	PRODUCTO SOLICITADO	CANTIDAD SOLICITADA
C6	1	C3	1
C7	1	C7	1
C4	1	C5	1
C1	2	C2	2
C2	2	C1	1
C7	1	C6	1
C7	1	C8	1
C2	1	C5	1
C7	2	C5	1
C6	1	C3	1
C8	1	C4	1
C5	1	C1	1
		TOTAL ITEMS	28
		DESVIACION STADARD	0,380693494
		NUMERO DE PEDIDOS	24



LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

6. CALCULOS Y RESULTADOS

- Reporte de la práctica por cada una de las corridas 2, 3 y 4 (se excluye la corrida de entrenamiento)
- Cálculo de tiempo de ciclo por cada pedido, divergencia entre tiempo de entrega y la fecha solicitada por el cliente.
- Cálculo de la productividad de la mano de obra.
- Efectos de la demanda aleatoria sobre la planta de producción y cada una de sus secciones.
- Efecto de la especialización de operarios.
- Efecto de tener operarios multihábiles.
- Importancia de la planeación y producción en estos sistemas.

7. CUESTIONARIO

- ¿Se justifica la organización por secciones? Ventajas y desventajas.

8. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

El informe a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

1. Tema.
2. Objetivos.
3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
4. Procedimiento de la práctica.
5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
6. Análisis de resultados.
7. Problemas Resueltos
8. Conclusiones.
9. Bibliografía.
10. Anexos (Cuestionario resuelto).

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

9. CONCLUSIONES

10. BIBLIOGRAFIA

CORDOBA BARAHONA GERMAN, 2011 Guía de prácticas de laboratorio para Ingeniería de Operaciones. Sello editorial Javeriano

http://es.wikipedia.org/wiki/Make_To_Order

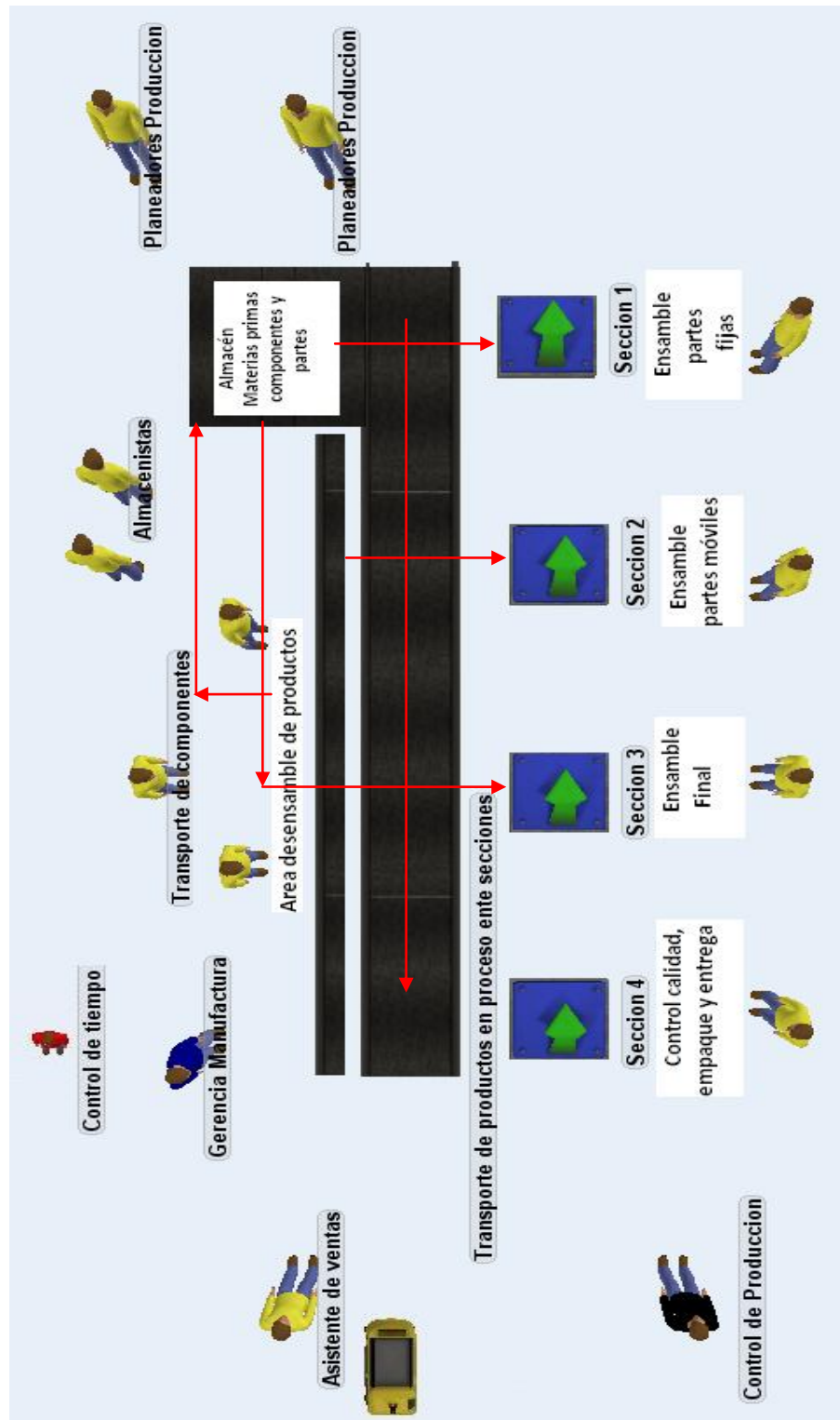
<http://www.investopedia.com/terms/m/make-to-order.asp#ixzz20VbRCjHm>

<http://www.investopedia.com/terms/m/make-to-order.asp#ixzz20VcSzNtg>

<http://www.gestiopolis.com/canales/gerencial/articulos/56/js/dell.htm>

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

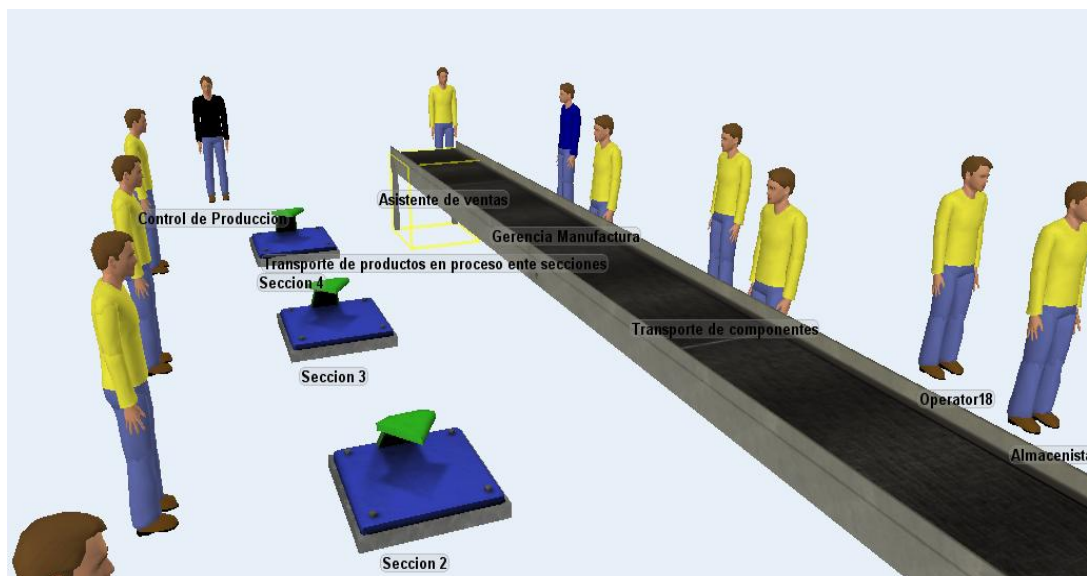
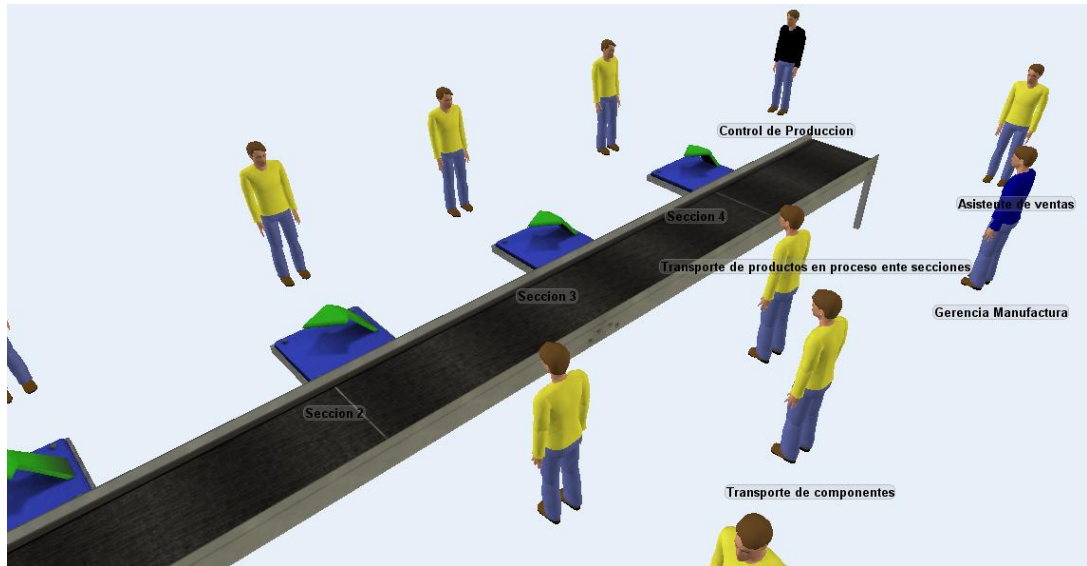
Distribución en planta y ubicación de cada uno de los roles participantes.





LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL





UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
ECUADOR

LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

LISTA DE MATERIALES (BILL OF MATERIALS BOM)

Productos comunes	Color	Cantidad
Soporte 1 fila 4 pins	Azul	2
Soporte 2 filas 8 pins	Azul	2
Paral 1 fila 12 pins 11 orificios	Rojo	2
Carga 2 filas 12 pins	Negro	1
Partes adicionales para C2		
Llanta pequeña	Negro	4
Rin llanta pequeña	Amarillo	4
Eje x cm	Negro	2
Partes adicionales producto C3		
Llanta pequeña	Negro	2
Rin llanta pequeña	Amarillo	2
Llanta grande	Negro	2
Rin llanta grande	Amarillo	2
Eje x cm	Negro	2

Productos C4 y C5	Partes comunes a los productos C4 y C5	
Parte	Color	Cantidad
Soporte 1 fila 4 pins	Azul	2
Soporte 2 filas 8 pins	Azul	2
Soporte 2 fila 16 pins	Azul	1
Paral 1 fila 12 pins 11 orificios	Rojo	2
Eje y cm	Negro	1
Carga 2 filas 12 pins	Negro	1
Rueda grúa 6 orificios	Blanca 2	
Rotor grúa	Amarilla	1
Cable grúa	Negro	1
Partes adicionales para C4		
Eje x cm	Negro	1
Soporte ss.	Blanco	1
Partes adicionales Producto C5		
Llanta pequeña	Negra	2
Rin llanta pequeña	Amarillo	2
Llanta grande	Negra	2
Rin llanta grande	Amarillo	2
Eje x cm	Negro	2



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
ECUADOR

LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

Productos C6 y C7		Partes comunes	
Parte	Color	Cantidad	
Soporte 2 filas 16 pins	Azul	2	
Soporte rin 2 pins 1 orificio	Rojo	2	
Llanta pequeña	Negro	2	
Rin llanta pequeña	Amarilla	2	
Parte sólo para C6			
Eje x cm	Negro	1	
Parte sólo para C7			
Eje rin	Gris	2	
Producto C8			
Paral 1 fila 12 pins 11 orificios	Rojo	2	
Soporte 2 filas 8 pins	Azul	2	
Soporte 2 filas 16 pins	Azul	1	
Eje rin	Gris	4	
Rin pequeño	Amarilla	4	

Productos y secciones que intervienen en su proceso de ensamble

Producto	Sección 1	Sección 2	Sección 3	Sección 4
C1	x			x
C2	x	x	x	x
C3	x	x	x	x
C4	x	x	x	x
C5	x	x	x	x
C6	x	x	x	x
C7	x	x	x	x

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		LABORATORIO DE INGENIERIAS		
		LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL		
FORMATO DE PEDIDO				
EMPRESA UPS				
Pedido No.			Pedido No.	
Producto:			Producto:	
Cantidad:			Cantidad:	
Hora Recibo:			Hora Recibo:	
Hora Entrega Solicitada:			Hora Entrega Solicitada:	
OBSERVACIONES			OBSERVACIONES	
Pedido No.			Pedido No.	
Producto:			Producto:	
Cantidad:			Cantidad:	
Hora Recibo:			Hora Recibo:	
Hora Entrega Solicitada:			Hora Entrega Solicitada:	
OBSERVACIONES			OBSERVACIONES	
Pedido No.			Pedido No.	
Producto:			Producto:	
Cantidad:			Cantidad:	
Hora Recibo:			Hora Recibo:	
Hora Entrega Solicitada:			Hora Entrega Solicitada:	
OBSERVACIONES			OBSERVACIONES	
Pedido No.			Pedido No.	
Producto:			Producto:	
Cantidad:			Cantidad:	
Hora Recibo:			Hora Recibo:	
Hora Entrega Solicitada:			Hora Entrega Solicitada:	
OBSERVACIONES			OBSERVACIONES	

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		LABORATORIO DE INGENIERIAS	
		LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL	
FORMATO DE ORDEN DE PRODUCCION			
EMPRESA UPS			
Área para ser llenada por los Planeadores de materia prima		Orden de Producción No.	
Pedido Número:		Sección:	
Código Producto:		Hora requerida cliente:	
Cantidad pedida:		Hora entrega a sección:	
Área para ser llenada por cada sección			
Hora recibo orden:		Tiempo en sección:	
Hora inicio proceso:		Tiempo de espera:	
Hora final proceso:		Tiempo en proceso:	
Control de Calidad	Aceptada	Rechazada	
FORMATO DE ORDEN DE PRODUCCION			
EMPRESA UPS			
Área para ser llenada por los Planeadores de materia prima		Orden de Producción No.	
Pedido Número:		Sección:	
Código Producto:		Hora requerida cliente:	
Cantidad pedida:		Hora entrega a sección:	
Área para ser llenada por cada sección			
Hora recibo orden:		Tiempo en sección:	
Hora inicio proceso:		Tiempo de espera:	
Hora final proceso:		Tiempo en proceso:	
Control de Calidad	Aceptada	Rechazada	
FORMATO DE ORDEN DE PRODUCCION			
EMPRESA UPS			
Área para ser llenada por los Planeadores de materia prima		Orden de Producción No.	
Pedido Número:		Sección:	
Código Producto:		Hora requerida cliente:	
Cantidad pedida:		Hora entrega a sección:	
Área para ser llenada por cada sección			
Hora recibo orden:		Tiempo en sección:	
Hora inicio proceso:		Tiempo de espera:	
Hora final proceso:		Tiempo en proceso:	
Control de Calidad	Aceptada	Rechazada	

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		LABORATORIO DE INGENIERIAS	
		LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL	
FORMATO DE ORDEN DE PRODUCCION			
EMPRESA UPS			
Área para ser llenada por los Planeadores de materia prima		Orden de Producción No.	
Pedido Número:		Sección:	
Código Producto:		Hora requerida cliente:	
Cantidad pedida:		Hora entrega a sección:	
Área para ser llenada por cada sección			
Hora recibo orden:		Tiempo en sección:	
Hora inicio proceso:		Tiempo de espera:	
Hora final proceso:		Tiempo en proceso:	
Control de Calidad	Aceptada	Rechazada	

FORMATO DE ORDEN DE PRODUCCION			
EMPRESA UPS			
Área para ser llenada por los Planeadores de materia prima		Orden de Producción No.	
Pedido Número:		Sección:	
Código Producto:		Hora requerida cliente:	
Cantidad pedida:		Hora entrega a sección:	
Área para ser llenada por cada sección			
Hora recibo orden:		Tiempo en sección:	
Hora inicio proceso:		Tiempo de espera:	
Hora final proceso:		Tiempo en proceso:	
Control de Calidad	Aceptada	Rechazada	

FORMATO DE ORDEN DE PRODUCCION			
EMPRESA UPS			
Área para ser llenada por los Planeadores de materia prima		Orden de Producción No.	
Pedido Número:		Sección:	
Código Producto:		Hora requerida cliente:	
Cantidad pedida:		Hora entrega a sección:	
Área para ser llenada por cada sección			
Hora recibo orden:		Tiempo en sección:	
Hora inicio proceso:		Tiempo de espera:	
Hora final proceso:		Tiempo en proceso:	
Control de Calidad	Aceptada	Rechazada	

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR				LABORATORIO DE INGENIERIAS LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL								
TABLERO DE DEMANA Y PRODUCCION												
PEDIDO No.	PRODUCTO	CANTIDAD	ORDEN DE PRODUCTO No.	SECCION	HORA (orden recibida)	HORA INICIO	HORA FINAL	Núm. Acep .	Hora entrega al cliente	Tiempo en sección	Tiempo espera	Tiempo proceso
		1	1. Fijas									
		1	2.Móv									
		1	3.Ens									
		1	4.C. Cal									
		2	1. Fijas									
		2	2.Móv									
		2	3.Ens									
		2	4.C. Cal									
		3	1. Fijas									
		3	2.Móv									
		3	3.Ens									
		3	4.C. Cal									
		4	1. Fijas									
		4	2.Móv									
		4	3.Ens									
		4	4.C. Cal									
		5	1. Fijas									
		5	2.Móv									
		5	3.Ens									
		5	4.C. Cal									
		6	1. Fijas									
		6	2.Móv									
		6	3.Ens									
		6	4.C. Cal									
		7	1. Fijas									
		7	2.Móv									
		7	3.Ens									
		7	4.C. Cal									
		8	1. Fijas									
		8	2.Móv									
		8	3.Ens									
		8	4.C. Cal									
		9	1. Fijas									
		9	2.Móv									
		9	3.Ens									
		9	4.C. Cal									

3.6.3 PROGRAMA MAESTRO DE PRODUCCION Y PLANEACION DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES (MPS, MRP)

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		LABORATORIO DE INGENIERIAS	
		LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL	
PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
7	120 MIN	PROGRAMA MAESTRO DE PRODUCCION Y PLANEACION	INGENIERIA DE METODOS Y PRODUCCION

1. OBJETIVOS

Conocer en forma práctica la elaboración del Programa Maestro de Producción MPS y la planeación de Requerimiento de Materiales MRP, en un ambiente de pronósticos definidos, Reconocer y analizar otros aspectos de estos ambientes productivos tales como:

- ✓ Elaboración y manejo de la lista de materiales (BOM, Bill Of Materials, Lista De Materiales)
- ✓ Definición del inventario de partes disponibles y su organización en bodega.
- ✓ Elaboración de órdenes de producción y compra.
- ✓ Los pronósticos y su relación con el MPS y e MRP

2. METODO

La practica consiste en la elaboración de la lista de materiales (BOM), los programas maestros de producción de dos productos, con un política de producción por lotes de tamaño fijo (FOQ), el cálculo y elaboración de un programa de requerimiento de materiales (MRP) de cada uno de los componentes que forman parte de los productos y el plan de compra de estos componentes.

3. EQUIPOS Y MATERIALES

- ✓ Piezas para realizar el armado de los diferentes vehículos.
- ✓ Contenedores plásticos para organizar el inventario de partes.

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
4. MARCO TEORICO La planificación de los materiales o MRP es un Sistema de Planificación y Administración. Es un sistema que intenta dar a conocer simultáneamente tres objetivos: • Asegurar materiales y productos que estén disponibles para la producción y entrega a los clientes. • Mantener los niveles de inventario adecuados para la operación. • Planear las actividades de manufactura, horarios de entrega y actividades de compra. En la Segunda Guerra Mundial, el gobierno de Estados Unidos empleó programas especializados que se ejecutaban en las enormes y complejas computadoras recién surgidas al principio de la década de los años 40 para controlar la logística u organización de sus unidades en acciones bélicas. Estas soluciones tecnológicas, son conocidas como los primeros sistemas para la planificación del requerimiento de materiales (<i>Material Requirements Planning Systems</i> o <i>MRP Systems</i>). Para el final de los años 50, los sistemas MRP brincaron las trincheras del ejército para hallar cabida en los sectores productivos, en especial de los Estados Unidos de Norte América. Las compañías que los adoptaron se dieron cuenta de que estos sistemas les permitían llevar un control de diversas actividades tales como El control de inventario, facturación, pago y administración de nómina. La planeación de requerimientos de materiales es una técnica de planeamiento de prioridades coordinada en el tiempo que calcula los requerimientos y programaciones de materiales para lograr la demanda en todos los productos y partes en una o más plantas. La tecnología de información juega un papel importante en el diseño y la implementación de sistemas y procesos de planeación de requerimientos de materiales, ya que proporciona información tanto de las necesidades de manufactura (relacionadas con la demanda al consumidor) como de los niveles de inventario. Las técnicas MRP se enfocan en el inventario optimizado, y se usan para explotar listas de materiales para calcular requerimientos netos de material y planear la producción futura.	

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
<u>VENTAJAS Y BENEFICIOS DEL MRP</u> La naturaleza dinámica del sistema es una ventaja decisiva, pues reacciona bien ante condiciones cambiantes, de hecho, promueve el cambio. El cambiar las condiciones del programa maestro en diversos periodos hacia el futuro puede afectar no sólo la parte final requerida, sino también a cientos y hasta miles de partes componentes. Como el sistema de datos producción-inventario debe ser computarizado, la gerencia o el encargado de producción puede mandar hacer una nueva corrida de computadora del MRP para revisar los planes de producción y adquisiciones para reaccionar rápidamente a los cambios en las demandas de los clientes. Se calcularon los beneficios actuales y futuros del MRP. Entre ellos se mencionaron una mayor rotación de inventaros, disminución en el tiempo de espera de la entrega, mayor éxito en el cumplimiento de las promesas de entrega, disminuciones en los ajustes internos de producción para compensar los materiales que no se tienen disponibles y las reducciones en el número de calculadores de materiales. Para muchas personas representa una mejoría con respecto a los sistemas anteriores de planeación y control de la producción. Sus aplicaciones aumentan a medida que los gerentes de operaciones continúan implantando mejores métodos para la administración de materiales. Los sistemas MRP están concebidos para proporcionar lo siguiente: • <u>DISMINUCION DE INVENTARIOS</u> Determina cuántos componentes de cada uno se necesitan y cuándo hay que llevar a cabo el plan maestro. Evita costos de almacenamiento continuo y la reserva excesiva de existencias en el inventario • <u>DISMINUCIÓN DE LOS TIEMPOS DE ESPERA EN LA PRODUCCIÓN Y EN LA ENTREGA.</u> Identifica cuáles de los muchos materiales y componentes se necesita (cantidad y ritmo), disponibilidad, y qué acciones (adquisición y producción) son necesarias para cumplir con los tiempos límite de entrega.	

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
• <u>OBLIGACIONES REALISTAS</u> Las promesas de entrega realistas pueden reforzar la satisfacción del cliente. Al emplear el MRP, producción puede darles a mercadotecnia la información oportuna sobre los probables tiempos de entrega a los clientes en perspectiva. El resultado puede ser una fecha de entrega más realista. • <u>INCREMENTO EN LA EFICIENCIA</u> Proporciona una coordinación más estrecha entre los departamentos y los centros de trabajo a medida que la integración del producto avanza a través de ellos. <u>PROGRAMA MAESTRO DE PRODUCCION MPS</u> Una vez concluido el plan agregado, el siguiente paso consiste en traducirlo a unidades o ítems finales específicos. Este proceso es lo que se conoce como desagregación, su resultado final se denomina programa maestro de producción (Máster Production Schedule, MPS). Básicamente, se puede afirmar que un programa maestro de producción, es un plan detallado que establece la cantidad específica y las fechas exactas de fabricación de los productos finales. Un efectivo programa maestro de producción debe proporcionar las bases para establecer los compromisos de envío al cliente, utilizar eficazmente la capacidad de la planta, lograr los objetivos estratégicos de la empresa y resolver las negociaciones entre fabricación y marketing. • Las unidades en que puede ser expresado un programa maestro de producción son Artículos acabados en un entorno continuo. (Make to stock). • Módulos en un entorno repetitivo (Assemble to stock). • Pedido de un cliente en un entorno de taller (Make to order). En cuanto al horizonte de tiempo de un programa maestro de producción, la mayoría de los autores coinciden en que este puede ser variable y que dependiendo del tipo de producto, del volumen de producción y de los componentes de tiempo de entrega, este puede ir desde unas horas hasta varias semanas y meses con revisiones, generalmente, semanales.	



LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

CONCEPT BILL OF MATERIALS

Identifica como se manufactura cada uno de los productos terminados, especificando todos los artículos subcomponentes, su secuencia de integración, sus cantidades en cada una de las unidades terminadas y cuáles centros de trabajo realizan secuencia de integración en las instalaciones. La formación más importante que proporciona a la MRP es la estructura del producto.

Se realiza para cada producto y esta es elaborada en forma de árbol o matriz conteniendo una descripción de cada una de las partes que componen el producto indicando el número de partes requeridas para cada producto y el nivel o posición que ocupan dentro del árbol. A la lista de materiales deberá agregarse información por separado.

5. DESARROLLO

Se trabajan en dos semanas de 5 días hábiles cada una (die días) La práctica demora 2 horas y por eso la "semana" del laboratorio es igual por ejemplo a 8 minutos o 5 minutos (Equivalente a 8 horas). La tasa de producción puede calcularse en productos por minuto (O productos/hora)... así 1 semana de 6 días es igual a 48 o 30 minutos

La practica consiste en la elaboración de la listas de materiales BOM, los programas maestros de producción de dos productos, con una política de producción por lotes de tamaño fijo, el cálculo y elaboración de un programa de requerimiento de materiales MRP de cada uno de los componentes que forman parte de los productos y el plan de compra de estos componentes.

Los roles de cada estudiante son los que detallamos a continuación:

CARGO	CANTIDAD	FUNCION PRINCIPAL
Gerente de Producción	1	Dirección y toma de decisiones
Asistente de ventas	1	Generación y control de demanda
Ingenieros de Diseño	2	Elaboración de listas BOM
Planeadores de Producción	2	Producir los vehiculos
Planeadores de Materiales	2	Recibo y despacho de autos
Almacenista	1	Ensamble partes fijas
Auxiliares de almacén	3	
Compradores	2	Control de calidad y entrega a almacén
Total estudiantes	14	

	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
<u>FUNCIONES Y ACTIVIDADES DE LOS PARTICIPANTES</u> INGENIEROS DE DISEÑO: Elaboran la lista de partes BOM de los dos productos. ALMACENISTA DE MATERIAS PRIMAS Y AUXILIARES DE ALMACEN: Realizan el inventario de parte disponibles y las organizan en la bodega. Informan de las existencias a los compradores. ASISTENTES DE VENTAS: Genera la demanda para los dos productos. PROGRAMADORES DE PRODUCCION: Elaboran los programas de producción MPS y las órdenes de producción. Entregan los formatos a los programadores de materiales. PROGRAMADORES DE MATERIALES: Elaboran los cuadros MRP y los entrega a los compradores. COMPRADORES: Elaboran Las órdenes de compra. GERENTE DE PRODUCCION: Dirige las actividades y la elaboración de todos los formatos <u>ETAPAS A SEGUIR COMO PARTE DE LA PRÁCTICA</u> <u>INGENIEROS DE DISEÑO</u> Elaboran la lista de materiales BOM para los dos productos y las entregan al almacenista y a los programadores de producción. <u>ALMACENISTA Y AUXILIARES DE ALMACEN</u> hacen el inventario de partes y la organización en bodega de materias primas y lo entregan a los programadores de materiales. <u>ASISTENTE DE VENTAS:</u> Presenta la generación de demanda de los productos y lo entrega a los programadores de producción. <u>PROGRAMADORES DE PRODUCCION:</u> Calculan y elaboran los MPS y las órdenes de producción y las entregan a los programadores de materiales. Los tiempos de reposición y las órdenes pendientes están definidos en los formatos MPS para cada producto. <u>PROGRAMADORES DE MATERIALES:</u> Calculan y elaboran los MRP y los entregan a los compradores. Para el MRP de las partes del motor se debe tomar un tiempo de reposición de 3 días y para las otras partes de acuerdo a la necesidad de requerimiento.	

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
---	---

COMPRADORES: Elaboran las órdenes de compra.

ALMACENISTAS Y AUXILIARES DEL ALAMCEN: Organiza la bodega de partes (materias primas)

GENERACION DE DEMANDA POR DIA

UPS	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	Día 9	Día 10
Cantidad pedida	30	18	12	22	8	8	8	2	4	4

UPS 1	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	Día 9	Día 10
Cantidad pedida	16	10	6	18	10	10	8	6	6	0

6. CALCULOS Y RESULTADOS

- ✓ Elaborar el MPS en un ambiente de producción por lotes y para inventario (MPS)
- ✓ Listas de materiales para los dos productos (BOM)
- ✓ Cuadros MPS y órdenes de producción.
- ✓ Cuadros MPS y órdenes de compra.

7. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

El informe a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

1. Tema.
2. Objetivos.
3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
4. Procedimiento de la práctica.
5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
6. Análisis de resultados.
7. Problemas Resueltos
8. Conclusiones.
9. Bibliografía.

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

8. CONCLUSIONES

9. BIBLIOGRAFIA

CORDOBA BARAHONA GERMAN, 2011 Guía de prácticas de laboratorio para Ingeniería de Operaciones. Sello editorial Javeriano

<http://www.gestiopolis.com/canales/gerencial/articulos/56/js/dell.htm>

http://es.wikipedia.org/wiki/Planificaci%C3%B3n_de_los_requerimientos_de_material

<http://www.revistavirtualpro.com/revista/index.php?ed=2010-09-01&pag=13>

<http://viviaangrup.galeon.com/enlaces998822.html>

<http://es.scribd.com/doc/17259785/Programa-Maestro-de-Produccion-MPS>

http://webdelprofesor.ula.ve/economia/oliverosm/materiasdictadas/produccion2/clases/planificacion_de_la_produccion_teor%C3%ADa.pdf



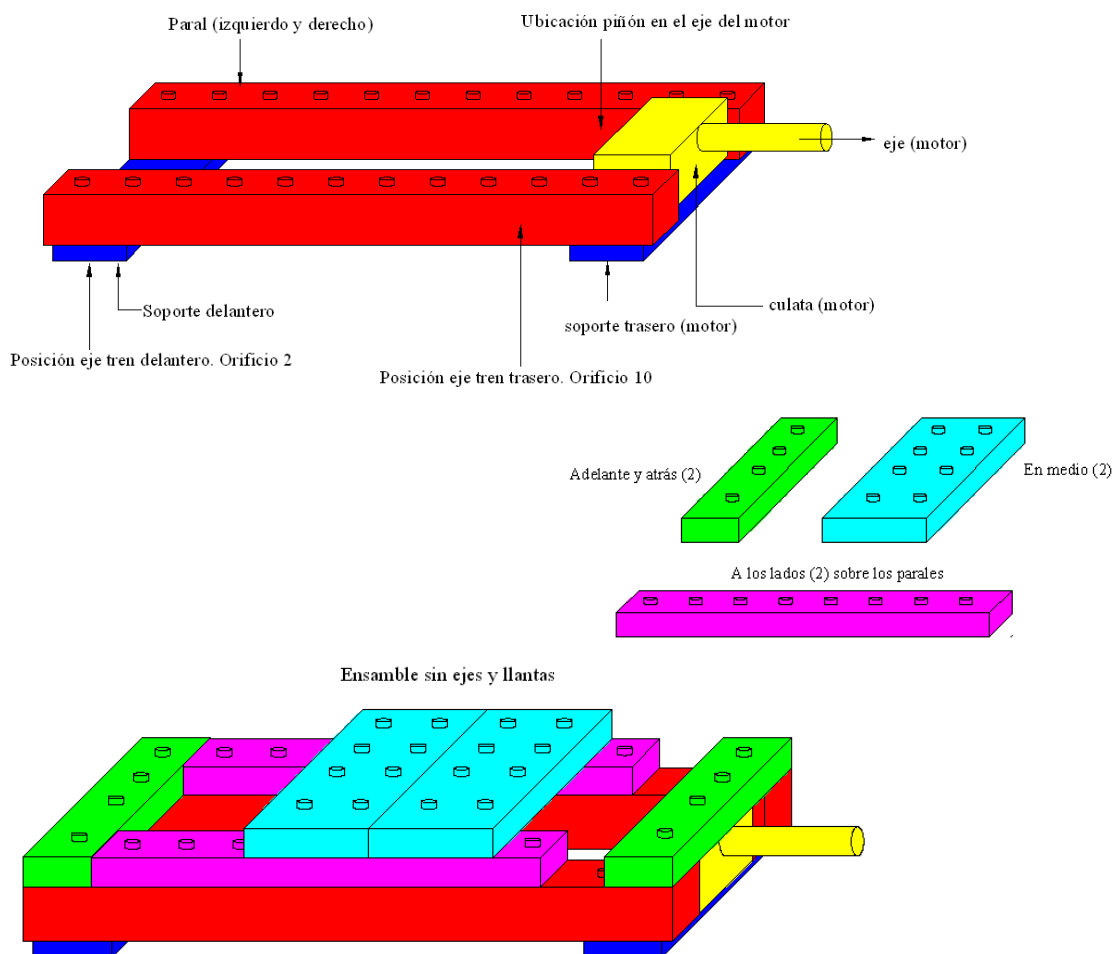
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
ECUADOR

LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

DISEÑO Y ENSAMBLE DEL VEHICULO UPS

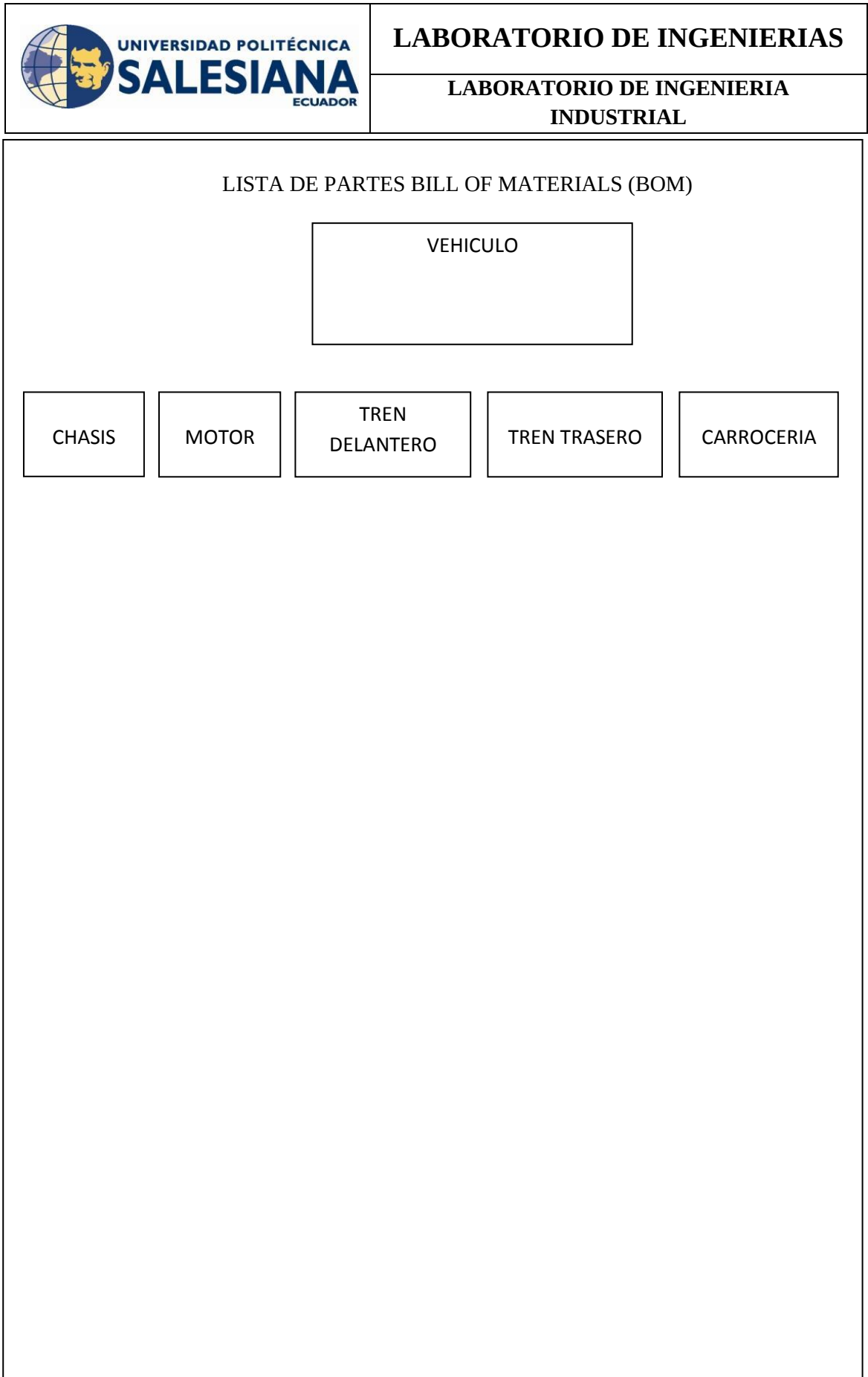
- ✚ Estructura: paral izquierdo y derecho, o soporte delantero y un soporte trasero
- ✚ Motor: Culata, eje y piñón
- ✚ Tren delantero: dos llantas pequeñas y un eje.
- ✚ Tren trasero: dos llantas, un eje y un piñón.
- ✚ Carrocerías: seis piezas



PARTES UPS 1

- ✚ Estructura: paral izquierdo y derecho, o soporte delantero y un soporte trasero
- ✚ Motor: Culata, eje, piñón y volante
- ✚ Tren delantero: dos llantas pequeñas y un eje.
- ✚ Tren trasero: dos llantas, un eje y un piñón.
- ✚ Carrocerías: seis piezas

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR			LABORATORIO DE INGENIERIAS		
			LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL		
ORDEN DE PRODUCCION					
Empresa UPS		Orden de Producción No.		Semana:	
Producto				Inicio Programada	
Cantidad Ordenada				Día fin programado	
Control	Cantidades producidas por día		Control de Calidad		
Semana - Día	Tiempo Normal	Tiempo extra	Rechazos	Aceptados	Acumulados OK
Empresa UPS		Orden de Producción No.		Semana:	
Producto				Inicio Programada	
Cantidad Ordenada				Día fin programado	
Control	Cantidades producidas por día		Control de Calidad		
Semana - Día	Tiempo Normal	Tiempo extra	Rechazos	Aceptados	Acumulados OK
Empresa UPS		Orden de Producción No.		Semana:	
Producto				Inicio Programada	
Cantidad Ordenada				Día fin programado	
Control	Cantidades producidas por día		Control de Calidad		
Semana - Día	Tiempo Normal	Tiempo extra	Rechazos	Aceptados	Acumulados OK
Empresa UPS		Orden de Producción No.		Semana:	
Producto				Inicio Programada	
Cantidad Ordenada				Día fin programado	
Control	Cantidades producidas por día		Control de Calidad		
Semana - Día	Tiempo Normal	Tiempo extra	Rechazos	Aceptados	Acumulados OK
Empresa UPS		Orden de Producción No.		Semana:	
Producto				Inicio Programada	
Cantidad Ordenada				Día fin programado	
Control	Cantidades producidas por día		Control de Calidad		
Semana - Día	Tiempo Normal	Tiempo extra	Rechazos	Aceptados	Acumulados OK



				LABORATORIO DE INGENIERIAS											
LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL															
PROGRAMA MAESTRO DE PRODUCCION MPS															
Programa Maestro de Producción MPS				Producto				Vehículo 1		Semana		1 - 2			
Política FOQ		Cant.	60	MLT	2	Stock seguro				50					
Día		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Pronóstico															
Ordenes de clientes al programar															
PAB. Nivel de inventario		60													
Cantidad programada MPS			60												
Inicio de producción del MPS															
Disponible p. vender ATP															
ATP Acumulativo															
Programa Maestro de Producción MPS				Producto				Vehículo 2		Semana		1 - 2			
Política FOQ		Cant.	60	MLT	2	Stock seguro				50					
Día		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Pronóstico															
Ordenes de clientes al programar															
PAB. Nivel de inventario		70													
Cantidad programada MPS				60											
Inicio de producción del MPS															
Disponible p. vender ATP															
ATP Acumulativo															
Programa Maestro de Producción MPS				Producto				Vehículo 1		Semana		1 - 2			
Política FOQ		Cant.	60	MLT	2	Stock seguro				50					
Día		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Pronóstico															
Ordenes de clientes al programar															
PAB. Nivel de inventario		60													
Cantidad programada MPS			60												
Inicio de producción del MPS															
Disponible p. vender ATP															
ATP Acumulativo															
Programa Maestro de Producción MPS				Producto				Vehículo 1		Semana		1 - 2			
Política FOQ		Cant.	60	MLT	2	Stock seguro				50					
Día		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Pronóstico															
Ordenes de clientes al programar															
PAB. Nivel de inventario		70													
Cantidad programada MPS				60											
Inicio de producción del MPS															
Disponible p. vender ATP															
ATP Acumulativo															
Programa Maestro de Producción MPS				Producto				Vehículo 1		Semana		1 - 2			
Política FOQ		Cant.	60	MLT	2	Stock seguro				50					
Día		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Pronóstico															
Ordenes de clientes al programar															
PAB. Nivel de inventario		70													
Cantidad programada MPS				60											
Inicio de producción del MPS															
Disponible p. vender ATP															
ATP Acumulativo															

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		LABORATORIO DE INGENIERIAS										
LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL												
PLANEACION DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES MRP												
PERIODOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
Parte:	LT=		SS=		Fuente		Política LXL					
Requerimientos Brutos												
Recepciones programadas												
Disponible proyectado												
Requerimientos netos												
Recibo de ordenes												
Liberación de ordenes												
PERIODOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
Parte:	LT=		SS=		Fuente		Política LXL					
Requerimientos Brutos												
Recepciones programadas												
Disponible proyectado												
Requerimientos netos												
Recibo de ordenes												
Liberación de ordenes												
PERIODOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
Parte:	LT=		SS=		Fuente		Política LXL					
Requerimientos Brutos												
Recepciones programadas												
Disponible proyectado												
Requerimientos netos												
Recibo de ordenes												
Liberación de ordenes												
PERIODOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
Parte:	LT=		SS=		Fuente		Política LXL					
Requerimientos Brutos												
Recepciones programadas												
Disponible proyectado												
Requerimientos netos												
Recibo de ordenes												
Liberación de ordenes												
PERIODOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
Parte:	LT=		SS=		Fuente		Política LXL					
Requerimientos Brutos												
Recepciones programadas												
Disponible proyectado												
Requerimientos netos												
Recibo de ordenes												
Liberación de ordenes												

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		LABORATORIO DE INGENIERIAS			
		LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL			
ORDEN DE COMPRA					
Empresa UPS	Orden de Compra No.				
Parte:		Día de la orden			
Cantidad Ordenada					
Plan de entregas de cantidades solicitadas					
Semana - Día	Cantidad	Acumulado	Semana - Día	Cantidad	Acumulado
Semana 1 Día 1			Semana 2 Día 6		
Semana 1 Día 2			Semana 2 Día 7		
Semana 1 Día 3			Semana 2 Día 8		
Semana 1 Día 4			Semana 2 Día 9		
Semana 5 Día 5			Semana 2 Día 10		
Empresa UPS	Orden de Compra No.				
Parte:		Día de la orden			
Cantidad Ordenada					
Plan de entregas de cantidades solicitadas					
Semana - Día	Cantidad	Acumulado	Semana - Día	Cantidad	Acumulado
Semana 1 Día 1			Semana 2 Día 6		
Semana 1 Día 2			Semana 2 Día 7		
Semana 1 Día 3			Semana 2 Día 8		
Semana 1 Día 4			Semana 2 Día 9		
Semana 5 Día 5			Semana 2 Día 10		
Empresa UPS	Orden de Compra No.				
Parte:		Día de la orden			
Cantidad Ordenada					
Plan de entregas de cantidades solicitadas					
Semana - Día	Cantidad	Acumulado	Semana - Día	Cantidad	Acumulado
Semana 1 Día 1			Semana 2 Día 6		
Semana 1 Día 2			Semana 2 Día 7		
Semana 1 Día 3			Semana 2 Día 8		
Semana 1 Día 4			Semana 2 Día 9		
Semana 5 Día 5			Semana 2 Día 10		
Empresa UPS	Orden de Compra No.				
Parte:		Día de la orden			
Cantidad Ordenada					
Plan de entregas de cantidades solicitadas					
Semana - Día	Cantidad	Acumulado	Semana - Día	Cantidad	Acumulado
Semana 1 Día 1			Semana 2 Día 6		
Semana 1 Día 2			Semana 2 Día 7		
Semana 1 Día 3			Semana 2 Día 8		
Semana 1 Día 4			Semana 2 Día 9		
Semana 5 Día 5			Semana 2 Día 10		

3.6.4 PROGRAMA MAESTRO DE PRODUCCION EN UN AMBIENTE DE PRODUCCION POR LOTES MPSFOQ

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		LABORATORIO DE INGENIERIAS	
		LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL	
PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
8	120 MIN	PRODUCCION EN UN AMBIENTE DE PRODUCCION POR LOTES	INGENIERIA DE METODOS Y PRODUCCION

1. OBJETIVOS

Conocer en forma práctica la elaboración, ejecución y control de un programa maestro de producción MPS en un ambiente de demanda aleatoria y producción por lotes de tamaño fijo FOQ para venta desde inventario mts. Reconocer y analizar otros aspectos tales como:

2. METODO

La práctica consiste en la elaboración, ejecución y control de un programa maestro producción de dos productos, que se producen por lotes de un tamaño fijo FOQ para su despacho a los clientes desde un almacén de producto terminado. Se conoce el pronóstico de ventas de cada vehículo y se genera la demanda real en forma aleatoria siguiendo una distribución de Poisson con una tasa media igual a la tasa estimada de producción (número de vehículos por día)

El trabajo será de “6 días”, cada día con una duración de 4 minutos que se estima el tiempo necesario para fabricar 20 vehículos en promedio, valor igual al pronóstico de demanda de los dos modelos de vehículo en un día. Al finalizar cada turno se autoriza el tiempo extra en minutos que sea necesario para cumplir los pedidos de los clientes y se transfieren los productos del turno al almacén de producto terminado, lo que significa que se trabaja con un lote de transferencia de tamaño variable y por turno.

3. EQUIPOS Y MATERIALES

- Piezas de armar el carro
- Contenedores plásticos
- Cronómetros

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
4. MARCO TEORICO La producción por lotes o producción discontinua es una técnica, o forma de fabricación que crea un componente determinado antes de continuar con el siguiente paso en el proceso de producción. La producción por lotes es común en panaderías, en la fabricación de calzado deportivo, en la industria farmacéutica (principios activos), en tintas, pinturas y en pegamentos. En la fabricación de tintas y de pinturas, se utiliza una técnica llamada tirada de color. Una tirada de color es donde uno fabrica el color más claro primero, por ejemplo amarillo claro seguido por el color un poco más oscuro siguiente tal como el naranja, después rojo y así sucesivamente hasta alcanzar el negro y después se comienza otra vez desde el principio. Esto reduce al mínimo la limpieza y la nueva configuración de la maquinaria entre cada lote. El blanco (pintura opaca, tinta no transparente) es el único color que no se puede utilizar en tirada de color debido al hecho de que una pequeña cantidad de pigmento blanco puede afectar negativamente a los colores medios. La producción por lotes tiene varias ventajas; puede reducir los costes iniciales de establecimiento porque una sola cadena de producción se puede utilizar para fabricar diferentes productos. Según las indicaciones del ejemplo, la producción por lotes puede ser útil para las pequeñas empresas que no pueden permitirse funcionar con líneas de montaje continuas. Si un minorista compra un lote de un producto que no se venda con posterioridad, el productor puede cesar la producción sin tener que asumir enormes pérdidas. La producción por lotes es también útil para una fábrica que haga artículos estacionales, para productos que sea difícil pronosticar la demanda, para un lanzamiento piloto de la producción, o para productos que tienen un alto margen de beneficio. La producción por lotes también tiene desventajas. Hay ineficacias asociadas a la producción por lotes ya que el equipo se tiene que parar, debe ser configurado de nuevo, y su salida probada antes de que el siguiente lote pueda ser producido. El tiempo entre los lotes se conoce como tiempo muerto o de inactividad. A diferencia, la producción continua se utiliza para productos que se fabriquen de una forma similar. Por ejemplo, ciertos modelos de coche que tienen la misma forma en la carrocería y por lo tanto, se pueden producir al mismo tiempo diferentes coches sin las paradas, reduciendo los costes de fabricación.	



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
ECUADOR

LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

TIPOS DE PRODUCCION POR LOTES

TALLERES O A MEDIDA

El proceso de producción consta de un número mínimo de operaciones no especializadas. Generalmente la producción por talleres o a medida, es realizada por un trabajador o varios trabajadores, que controlan todo el proceso del pedido. Generalmente, este pedido es de muy pocas unidades, y poco automatizados y donde el cliente interviene exigiendo un determinado diseño.

BATCH

Es un proceso de producción con un número de operaciones superior al anterior, y requiere de la intervención de más trabajadores para llevar a cabo el pedido. Son operaciones más especializadas, aunque la automatización del proceso productivo aún sigue siendo baja, puesto la producción del producto no se queda en uno, sino que se fabrican distintas versiones, es decir, existe heterogeneidad.

EN LÍNEA

El proceso de producción en línea es el que conocemos como producción en masa. Consiste en fabricar grandes lotes de productos, sin haber un abanico de opciones, pues hay pocos productos diferentes. Este tipo de producción está muy automatizada.

5. DESARROLLO

Esta práctica requiere de un grupo de 32 estudiantes (2 por cada puesto de trabajo), ellos deben cumplir los siguientes roles:

CARGO	CANTIDAD	FUNCION PRINCIPAL
Gerente de producción	1	Dirección y toma de decisiones
Asistente de ventas	1	Generación y control de demanda
Planeadores de Producción	2	Producir los vehículos
Almacenista producto terminado	1	Recibo y despacho de autos
Operarios línea ensamble	5	ensamble partes ijas
Control de Calidad y empaque	1	ensamble partes ijas
Control de Producción	1	Control de calidad y entrega a almacén
Control de Tiempo	1	Control e información de tiempo y
Operarios de desensamble	3	Desensamble y abastecimiento de materia prima a línea de ensamble
Total estudiantes	16	

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

FUNCIONES Y ACTIVIDADES DE CADA UNO DE LOS ROLES ASIGNADOS A ESTUDIANTES

ASISTENTE DE VENTAS: Genera la demanda para los dos productos y reporta los pedidos en el formato “Pedidos Recibidos” (Línea: pedidos al programar). Entrega el formato con los datos a los programadores de producción y al almacén de producto terminado.

PROGRAMADORES DE PRODUCCION: Elabora los programas de producción MPS y las órdenes de producción. Entregan los formatos a la planta y al almacén de producto terminado.

GERENTE DE PRODUCCION: Dirige la ejecución de los MPS y la toma de decisiones durante las corridas:

- ✓ Asignación de número de operarios a la línea ya desensamble
- ✓ Autoriza el inicio del primer turno de la semana
- ✓ Decide autorizar o no horas extras en cada turno.
- ✓ Consolidación final de la información de cada semana
- ✓ Estimados de la tasas de producción por minuto y la duración del turno.

OPERARIOS DE ENSAMBLE Y CONTROL DE CALIDAD:

OPERARIO 1: Ensamble de chasis.

OPERARIO 2: Ensamble del motor, culata, eje, piñón y volante si es el modelo 2

OPERARIO 3: Ensamble del tren delantero, eje, dos llantas pequeñas.

OPERARIO 4: Ensamble del tren trasero, eje, piñón y dos llantas grandes

OPERARIO 5: Ensamble de la carrocería, de acuerdo con cada modelo.

CONTROL DE PRODUCCION: Recibe las órdenes de producción y lleva el control de cantidades producidas en el formato Orden de Producción.

CONTROL DE CALIDAD: Examina los productos uno a uno y los acepta o rechaza, entrega los productos aceptados al almacén de producto terminado, al terminar cada turno.

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

CONTROL DE TIEMPO: Arranca el cronómetro de tiempo de ceros en cada corrida y da el tiempo a quien se lo solicite. Informa el tiempo de inicio y fin de cada turno, y el fin de las horas extras autorizadas, al igual que el tiempo de descanso por cada turno.

OPERARIOS DESENSAMBLE Y SUMINISTRO DE PARTES A LA LINEA DE PRODUCCION: Desensamblan los productos y suministran las partes a la línea de producción.

ALMACENISTA DE PRODUCTO TERMINADO: Lleva el cuadro de control de inventario de producto terminado (kárdex) con las entradas de planta y los despachos (salidas) a los clientes. Registra la entrega de vehículos y las cantidades pendientes, en la parte inferior del formato: Pedidos Recibidos (filas: despachos y pedidos pendientes)

ETAPAS A SEGUIR COMO PARTE DE LA PRÁCTICA

Se realizarán cuatro corridas de producción así:

CORRIDA 1: Entrenamiento de operarios de ensamble de productos, en dos turnos cada uno de 4 minutos. Cálculo de la tasa estimada de producción por minuto.

CORRIDA 2: En dos o tres turnos, de 4 minutos, para el entrenamiento de analista de ventas, programadores de producción, control de calidad, almacenista de producto terminado en el diligenciamiento de formularios al ejecutar las órdenes y en el uso del archivo de Generación de Demanda. Usar el siguiente MPS:

- ✓ Cálculo y ajuste de tiempo del turno para que sea igual en promedio a la demanda promedio de 20 vehículos por turno. Otra forma de es reducir la demanda.

CORRIDA 3: Programación, ejecución y control de la semana 1, seis turnos, arranca con un inventario de ambos modelos.

CORRIDA 4: Programación, ejecución y control de la semana 1, seis turnos, el inventario inicial es el que se obtiene al final de la corrida 3 (semana 1).

ACTIVIDADES ANTERIORES A LA EJECUCION DE LAS CORRIDAS 3 Y 4

ALMACENISTA: Prepara el inventario inicial de producto terminado de los dos modelos de vehículo. Para la corrida 3 de la semana 1 serán los dos modelos

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
<u>ASISTENTE DE VENTAS</u>: Genera la demanda de productos o pedidos de los clientes. Se generan los pedidos recibidos antes de la elaboración del programa maestro MPS y los pedidos que se recibirán y aceptarán durante la ejecución del MPS. <u>ANALISTA DE VENTAS</u>: Elabora el formato “pedidos recibidos” y entrega a los programadores de producción y a la bodega el producto terminado. <u>PROGRAMADORES DE PRODUCCION</u>: Elabora y entrega el MPS y las órdenes de producción de la semana a Control de Producción y al almacén de producto terminado. <u>GERENTE DE PRODUCCION</u>: Define la duración del turno, en minutos, y ordena el inicio del turno de cada semana. ACTIVIDADES REPETITIVAS DURANTE LAS CORRIDAS 3 Y 4. EJECUCION DE TURNOS Y EXTRAS AUTORIZADAS (IGUAL A CADA UNO DE LOS 6 TURNOS PROGRAMADOS) <u>CONTROL TIEMPO</u>: Anuncia inicio y fin de descanso, el turno y las extras (minutos autorizados) <u>OPERARIOS</u>: Ejecución de las órdenes durante el turno. <u>CONTROL DE PRODUCCION</u>: Informa el avance y el cumplimiento de las órdenes de producción. En el formato de orden de Producción anota: cantidades producidas en tiempo normal y extra, la cantidad de autos aceptados y rechazados por turno y el acumulado de autos aceptados y entregados al almacén por cada orden. <u>OPERARIOS</u>: Ejecutan las órdenes en el tiempo extra autorizado. <u>OPERARIOS DESENSAMBLE</u>: Desensamblan y alimentan las líneas de producción con las piezas necesarias. <u>CONTROL DE CALIDAD</u>: Acepta o rechaza los vehículos producidos. Al final del turno y tiempo extra. (Los aceptados los entrega al finalizar el turno) <u>ALMACENISTA</u>: Despacha los pedidos de los clientes, según el inventario disponible de vehículos y actualiza el kárdex con salidas por ventas.	



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
ECUADOR

LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

GERENTE DE PRODUCCION: Con los datos de Control de Producción, autoriza el tiempo extra por cada turno, si lo considera necesario, para satisfacer los pedidos de los clientes y el cumplimiento de las órdenes de producción.

TODOS: Toman un descanso breve al final de cada turno (1 minuto).

ACTIVIDADES REPETITIVAS AL FINALIZAR CADA TURNO PROGRAMADO Y EN EL TIEMPO DE DESCANSO.

CONTROL DE PRODUCCION: Registra las cantidades producidas en tiempo normal y extra, en el formato “Orden de Producción”

CONTROL DE CALIDAD: Entrega los vehículos aceptados al almacenista. Informa este dato a Gerencia y Control de Producción.

ALMACENISTA DE PRODUCTO TERMINADO: Recibe los vehículos producidos en tiempo normal y extra y actualiza el kárdex de producto terminado.

ACTIVIDADES AL FINALIZAR LAS CORRIDAS 3 Y 4 (SEMANA 1 Y 2)

GERENTE DE PRODUCCION: Consolida la información de los formatos de la semana.

GENERACION D DEMANDA POR DIA

UPS	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Promedio
Cantidad pedida	12	5	9	7	12	5	8,3

UPS 1	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Promedio
Cantidad pedida	8	9	5	7	8	5	7



LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

6. CALCULOS Y RESULTADOS

Realizar un reporte con el análisis sobre:

- ✓ Demanda vs Producto
- ✓ Cumplimiento de las órdenes de producción
- ✓ Cumplimiento y/o atraso de los pedidos de los clientes.
- ✓ Reporte de tiempo extra en cada semana.
- ✓ Productividad de la planta.
- ✓ Informe sobre calidad.
- ✓ Efectos de la demanda aleatoria sobre la producción.
- ✓ Importancia de la programación y control de producción en estos sistemas.
- ✓ Importancia de la programación y control de producción.
- ✓ Explicar el rol del Control de Producción (Control de Piso)

7. CONCLUSIONES

8. BIBLIOGRAFIA

http://es.wikipedia.org/wiki/Producci%C3%B3n_por_lotes

<http://www.queeseconomia.com/2011/03/produccion-por-lotes/>

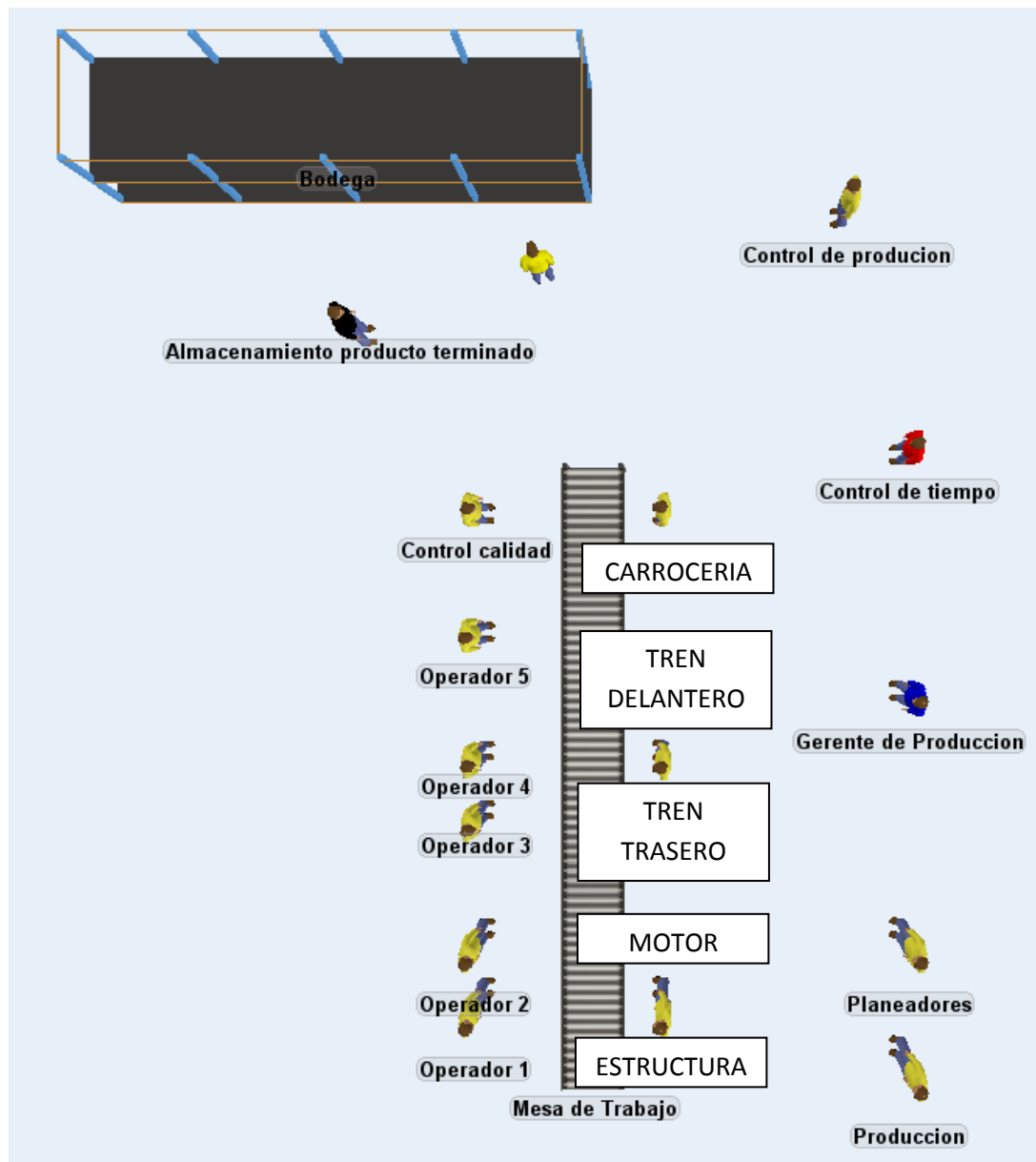
CORDOBA BARAHONA GERMAN, 2011 Guía de prácticas de laboratorio para Ingeniería de operaciones. Sello editorial Javeriano



LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

DISTRIBUCION EN PLANTA Y UBICACIÓN DE LOS ROLES EN EL LABORATORIO

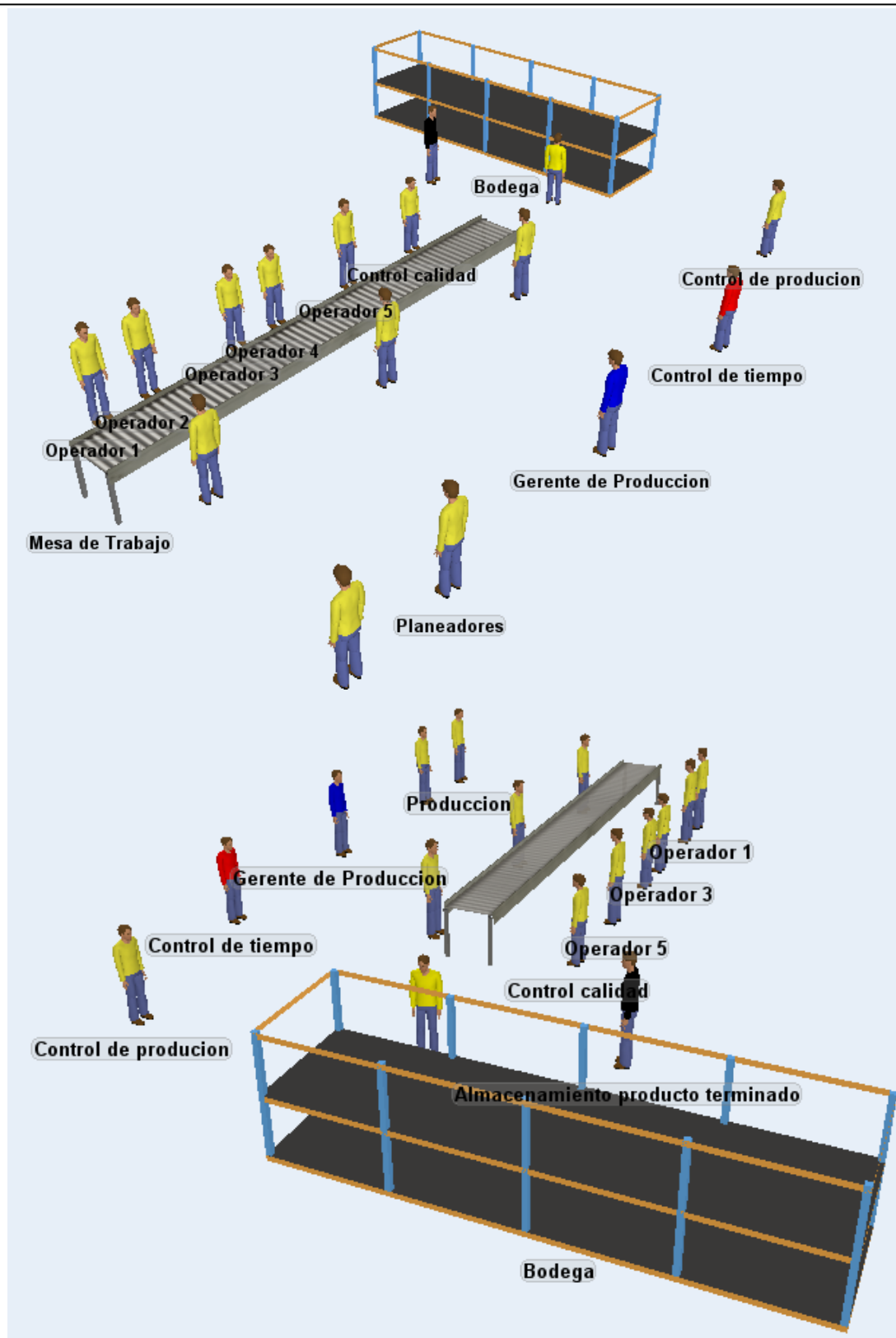




UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
ECUADOR

LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL





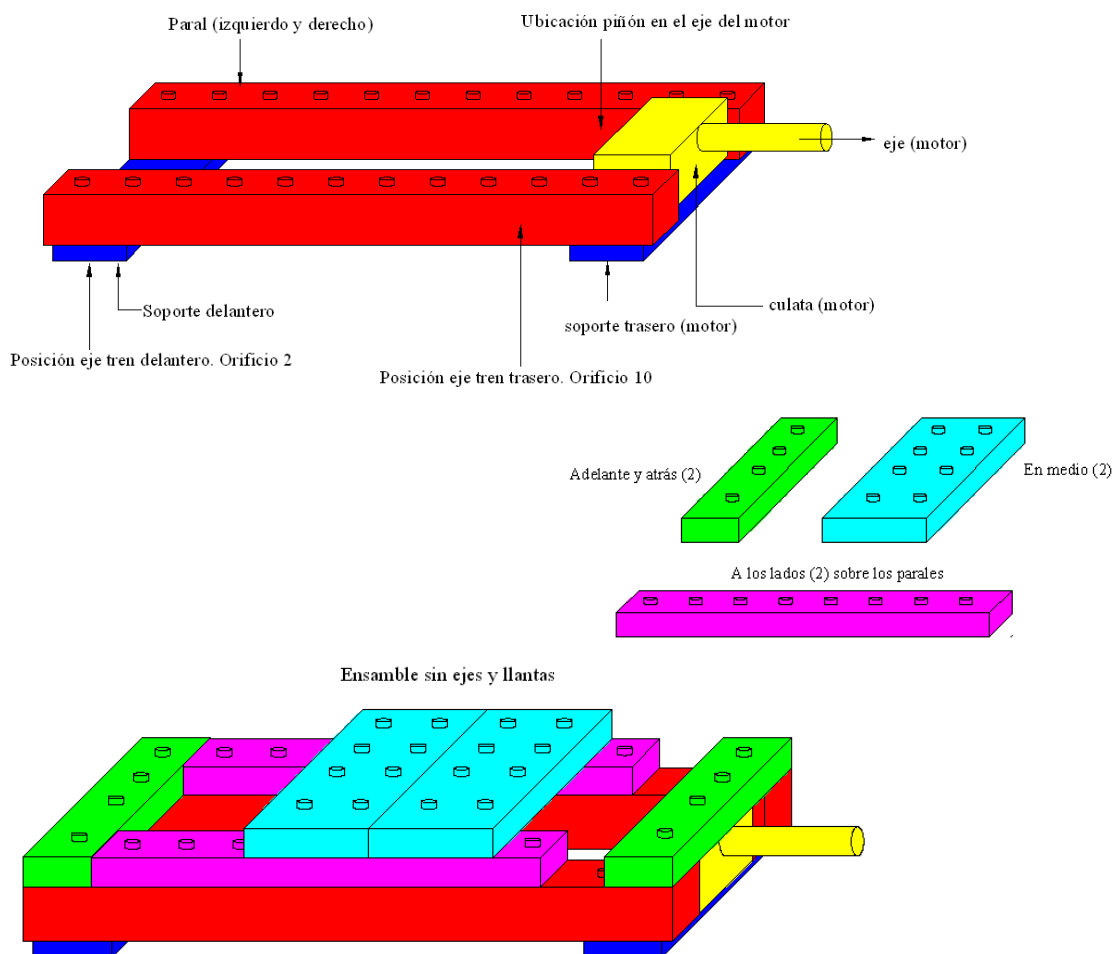
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
ECUADOR

LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

DISEÑO Y ENSAMBLE DEL VEHICULO UPS

- ✚ Estructura: paral izquierdo y derecho, o soporte delantero y un soporte trasero
- ✚ Motor: Culata, eje y piñón
- ✚ Tren delantero: dos llantas pequeñas y un eje.
- ✚ Tren trasero: dos llantas, un eje y un piñón.
- ✚ Carrocerías: seis piezas



PARTES UPS 1

- ✚ Estructura: paral izquierdo y derecho, o soporte delantero y un soporte trasero
- ✚ Motor: Culata, eje, piñón y volante
- ✚ Tren delantero: dos llantas pequeñas y un eje.
- ✚ Tren trasero: dos llantas, un eje y un piñón.
- ✚ Carrocerías: seis piezas

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL								
PRONOSTICO Y PEDIDOS RECIBIDOS (GENERACION DEMANDA)									
CORRIDA 3. SEMANA 1									
EMPRESA UPS	Pronóstico y Pedidos Recibidos						Semana	1	
MODELO 1	1	2	3	4	5	6	Suma	Promedio	
Pronóstico	10	10	10	10	10	10	60	10	
Pedidos recibidos al programar									
Nuevos pedidos de la semana									
Nuevos pedidos aceptados									
Total pedidos aceptados									
Control en bodega de Producto Terminado									
Pedidos Despachos									
Pedidos pendientes									
EMPRESA UPS	Pronóstico y Pedidos Recibidos						Semana	1	
MODELO 1	1	2	3	4	5	6	Suma	Promedio	
Pronóstico	10	10	10	10	10	10	60	10	
Pedidos recibidos al programar									
Nuevos pedidos de la semana									
Nuevos pedidos aceptados									
Total pedidos aceptados									
Control en bodega de Producto Terminado									
Pedidos Despachos									
Pedidos pendientes									
CORRIDA 4. SEMANA 2									
EMPRESA UPS	Pronóstico y Pedidos Recibidos						Semana	1	
MODELO 1	1	2	3	4	5	6	Suma	Promedio	
Pronóstico	10	10	10	10	10	10	60	10	
Pedidos recibidos al programar									
Nuevos pedidos de la semana									
Nuevos pedidos aceptados									
Total pedidos aceptados									
Control en bodega de Producto Terminado									
Pedidos Despachos									
Pedidos pendientes									
EMPRESA UPS	Pronóstico y Pedidos Recibidos						Semana	1	
MODELO 1	1	2	3	4	5	6	Suma	Promedio	
Pronóstico	10	10	10	10	10	10	60	10	
Pedidos recibidos al programar									
Nuevos pedidos de la semana									
Nuevos pedidos aceptados									
Total pedidos aceptados									
Control en bodega de Producto Terminado									
Pedidos Despachos									
Pedidos pendientes									

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		LABORATORIO DE INGENIERIAS					
		LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL					
PROGRAMA MAESTRO DE PRODUCCION MPS							
Programa Maestro de Producción MPS		PRODUCTO:		AUTO 1		SEMANA	1
POLITICA: FOQ	Cantidad	30	MLT	1	Stock Segur.		30
Día	0	1	2	3	4	5	6
Pronóstico		10	10	10	10	10	10
Ordenes de Clientes al programar							
PAB. Nivel de inventario	45						
Cantidad programada MPS			30				
Inicio de producción del MPS		30					
Disponible p. vender ATP							
ATP Acumulativo							
Programa Maestro de Producción MPS		PRODUCTO:		AUTO 1		SEMANA	1
POLITICA: FOQ	Cantidad	30	MLT	1	Stock Segur.		30
Día	0	1	2	3	4	5	6
Pronóstico		10	10	10	10	10	10
Ordenes de Clientes al programar							
PAB. Nivel de inventario	40						
Cantidad programada MPS				30			
Inicio de producción del MPS			30				
Disponible p. vender ATP							
ATP Acumulativo							
Programa Maestro de Producción MPS		PRODUCTO:		AUTO 1		SEMANA	2
POLITICA: FOQ	Cantidad	30	MLT	1	Stock Segur.		30
Día	0	1	2	3	4	5	6
Pronóstico		10	10	10	10	10	10
Ordenes de Clientes al programar							
PAB. Nivel de inventario							
Cantidad programada MPS							
Inicio de producción del MPS							
Disponible p. vender ATP							
ATP Acumulativo							
Programa Maestro de Producción MPS		PRODUCTO:		AUTO 1		SEMANA	2
POLITICA: FOQ	Cantidad	30	MLT	1	Stock Segur.		30
Día	0	1	2	3	4	5	6
Pronóstico		10	10	10	10	10	10
Ordenes de Clientes al programar							
PAB. Nivel de inventario							
Cantidad programada MPS							
Inicio de producción del MPS							
Disponible p. vender ATP							
ATP Acumulativo							

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR			LABORATORIO DE INGENIERIAS		
			LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL		
ORDEN Y CONTROL DE PRODUCCION (Control piso)					
Empresa UPS		Orden de producción No.		Sem:	
Producto:				Inicio Programada	
Cantidad Ordenada				Día fin programado	
Control	Cantidades producidas por día		Control de Calidad		
Semana-Día	Tiempo Normal	Tiempo Extra	Rechazos	Aceptados	Acumulados Ok
Empresa UPS		Orden de producción No.		Sem:	
Producto:				Inicio Programada	
Cantidad Ordenada				Día fin programado	
Control	Cantidades producidas por día		Control de Calidad		
Semana-Día	Tiempo Normal	Tiempo Extra	Rechazos	Aceptados	Acumulados Ok
Empresa UPS		Orden de producción No.		Sem:	
Producto:				Inicio Programada	
Cantidad Ordenada				Día fin programado	
Control	Cantidades producidas por día		Control de Calidad		
Semana-Día	Tiempo Normal	Tiempo Extra	Rechazos	Aceptados	Acumulados Ok
Empresa UPS		Orden de producción No.		Sem:	
Producto:				Inicio Programada	
Cantidad Ordenada				Día fin programado	
Control	Cantidades producidas por día		Control de Calidad		
Semana-Día	Tiempo Normal	Tiempo Extra	Rechazos	Aceptados	Acumulados Ok

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		LABORATORIO DE INGENIERIAS							
		LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL							
CONTROL DE PRODUCTO TERMINADO KARDEX									
ALMACEN DE PRODUCTO TERMINADO									
EMPRESA UPS	CONTROL DE PRODUCTO TERMINADO KARDEX							SEMANA	1
VEHICULO 1		0	1	2	3	4	5	6	7
Inventario inicial	1	45							
Producción real	2								
Disponible	3								
Despachos	4								
Inventario Final	5								
EMPRESA UPS	CONTROL DE PRODUCTO TERMINADO KARDEX							SEMANA	1
VEHICULO 1		0	1	2	3	4	5	6	7
Inventario inicial	1	45							
Producción real	2								
Disponible	3								
Despachos	4								
Inventario Final	5								
EMPRESA UPS	CONTROL DE PRODUCTO TERMINADO KARDEX							SEMANA	2
VEHICULO 1		0	1	2	3	4	5	6	7
Inventario inicial	1	45							
Producción real	2								
Disponible	3								
Despachos	4								
Inventario Final	5								
EMPRESA UPS	CONTROL DE PRODUCTO TERMINADO KARDEX							SEMANA	2
VEHICULO 1		0	1	2	3	4	5	6	7
Inventario inicial	1	45							
Producción real	2								
Disponible	3								
Despachos	4								
Inventario Final	5								
EMPRESA UPS	CONTROL DE PRODUCTO TERMINADO KARDEX							SEMANA	1
VEHICULO 1		0	1	2	3	4	5	6	7
Inventario inicial	1	45							
Producción real	2								
Disponible	3								
Despachos	4								
Inventario Final	5								

3.6.5 PRODUCCION TIPO JALAR CON TARJETAS DE PRODUCCION Y CONTENEDORES

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		LABORATORIO DE INGENIERIAS	
		LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL	
PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
9	120 MIN	PRODUCCION TIPO JALAR CON TARJETAS DE PRODUCCION Y CONTENEDORES	INGENIERIA DE METODOS Y PRODUCCION

1. OBJETIVOS

Analizar las características propias de un sistema de producción Justo a Tiempo JAT, tipo jalar con uso de contenedores y tarjetas de producción entre estaciones de trabajo, demanda aleatoria y 4 productos similares. Analizar, además, el efecto de aumentar o disminuir el número de tarjetas (contenedores) entre estaciones.

2. METODO

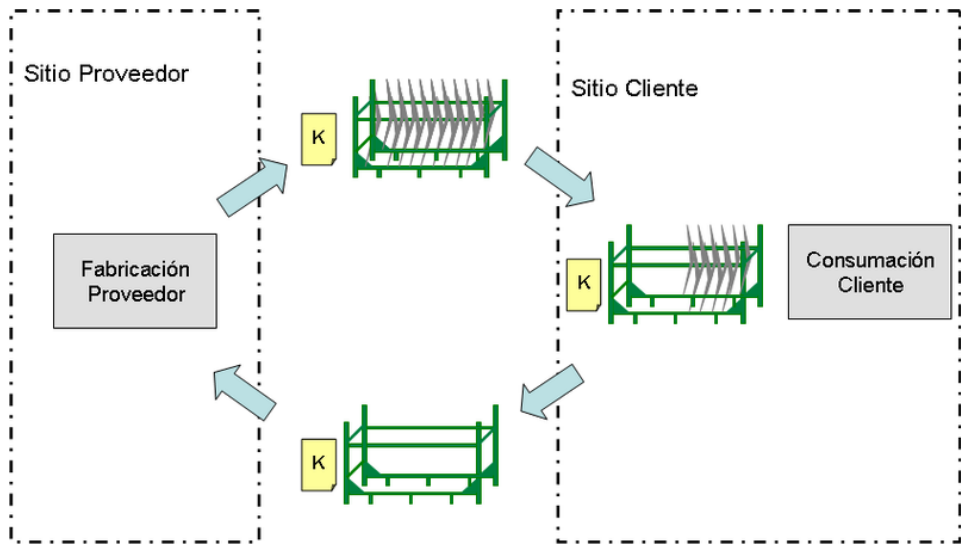
La práctica consiste en la fabricación de de un modelo de vehículo con 4 colores diferentes, que se fabrican de acuerdo a los pedidos de los clientes. El proceso tiene tres etapas o pasos y dos bodegas: de materia prima y de producto terminado.

3. EQUIPOS Y MATERIALES

Piezas tipo lego de cuatro colores amarillo, rojo, verde, azul
 Contenedores para vehículos entre estaciones
 Tarjetas de producción entre cada par de estaciones (anexos)
 Cronómetro
 Mesa de trabajo



 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
4. MARCO TEORICO Sistema de jalar Es un sistema de producción donde cada operación estira el material que necesita de la operación anterior. Consiste en producir sólo lo necesario, tomando el material requerido de la operación anterior. Su meta óptima es: mover el material entre operaciones de uno por uno. En la orientación "pull" o de jalar, las referencias de producción provienen del precedente centro de trabajo. Entonces la precedente estación de trabajo dispone de la exacta cantidad para sacar las partes disponibles a ensamblar o agregar al producto. Esta orientación significa comenzar desde el final de la cadena de ensamble e ir hacia atrás hacia todos los componentes de la cadena productiva, incluyendo proveedores y vendedores. De acuerdo a esta orientación una orden es disparada por la necesidad de la siguiente estación de trabajo y no es un artículo innecesariamente producido. La orientación "pull" es acompañada por un sistema simple de información llamado Kanban. Así la necesidad de un inventario para el trabajo en proceso se ve reducida por el empalme ajustado de la etapa de fabricación. Esta reducción ayuda a sacar a la luz cualquier pérdida de tiempo o de material, el uso de refacciones defectuosas y la operación indebida del equipo. El sistema de jalar permite: ✓ Reducir inventario, y por lo tanto, poner al descubierto los problemas ✓ Hacer sólo lo necesario facilitando el control ✓ Minimiza el inventario en proceso ✓ Maximiza la velocidad de retroalimentación ✓ Minimiza el tiempo de entrega ✓ Reduce el espacio <u>KANBAN</u> El Kanban significa "tarjeta" o "tablero" es un sistema de información que controla de modo armónico la fabricación de los productos necesarios en la cantidad y tiempo necesarios en cada uno de los procesos que tienen lugar tanto en el interior de la fábrica como entre distintas empresas. También se denomina “sistema de tarjetas”, pues en su implementación más sencilla utiliza tarjetas que se pegan en los contenedores de materiales y que se despegan cuando estos	

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
contenedores son utilizados, para asegurar la reposición de dichos materiales. Las tarjetas actúan de testigo del proceso de producción. Otras implementaciones más sofisticadas utilizan la misma filosofía, sustituyendo las tarjetas por otros métodos de visualización del flujo. El Kanban se considera un subsistema del JIT, justo a tiempo. <u>FUNCIONAMIENTO</u> Cuando un cliente retira productos de su lugar de almacenamiento, el Kanban, o la señal, viaja hasta el principio de la línea de fabricación o de montaje, para que se produzca un nuevo producto. Se dice entonces que la producción está guiada por la demanda y que el Kanban es la señal que el cliente indica para que un nuevo producto deba ser fabricado o montado para rellenar el punto de stock. Funcionando sobre el principio de los flujos "pull" (el cliente "apela" o "pide" el producto), el primer paso es definir la cantidad ideal de productos que hay que entregar, suficientemente grande para permitir la producción, y no demasiado pequeño como para reducir las existencias.  El diagrama ilustra el flujo de Kanban entre dos sitios: 'Sitio Proveedor' y 'Sitio Cliente'. En el 'Sitio Proveedor', hay un área de 'Fabricación Proveedor'. En el 'Sitio Cliente', hay un área de 'Consumación Cliente'. Se muestran tres racks de almacenamiento (estanterías verdes) con flechas azules que indican el movimiento de los Kanbans (tarjetas amarillas con la letra 'K'). Un Kanban viaja desde el rack superior del cliente hacia el rack superior del proveedor. Otro Kanban viaja desde el rack inferior del cliente hacia el rack inferior del proveedor. Un tercer Kanban viaja desde el rack inferior del proveedor hacia el rack inferior del cliente. Este ciclo asegura que la producción en el proveedor se sincronice con la demanda en el cliente.	

	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
<u>REGLAS PARA LA IMPLANTACIÓN DE LAS TARJETAS KANBAN</u> Para conseguir el propósito de la producción Kanban deben cumplirse las siguientes reglas: <u>REGLA 1. EL PROCESO POSTERIOR RECOGERÁ DEL ANTERIOR LOS PRODUCTOS NECESARIOS EN LAS CANTIDADES PRECISAS DEL LUGAR Y MOMENTO OPORTUNO.</u> Se crea una pérdida si el proceso anterior abastece de partes y materiales al proceso subsiguiente en el momento que éste no los necesita o en una cantidad mayor a la que necesita. La pérdida puede ser muy variada, incluyendo la pérdida por el exceso de tiempo extra, pérdida en el exceso de inventario, y pérdida en la inversión de nuevos proyectos sin saber que la existente cuenta con la capacidad suficiente. La peor pérdida ocurre cuando los procesos no pueden producir lo que realmente es necesario, cuando éstos están produciendo lo que no es necesario. Para asegurarse de que se cumpla esta regla: • Se prohibirá cualquier retirada de piezas o elementos sin la correspondiente utilización del Kanban. • Se prohibirá la retirada de piezas o elementos en cantidades mayores que las especificadas en los Kanban. <u>REGLA 2. EL PROCESO PRECEDENTE DEBERÁ FABRICAR SUS PRODUCTOS EN LAS CANTIDADES RECOGIDAS POR EL PROCESO SIGUIENTE.</u> Por tal motivo se prohíbe una producción mayor que el número de tarjetas Kanban. Por otra parte, cuando en un proceso anterior hayan de producirse varios tipos de piezas, su producción deberá seguir la secuencia con que se han entregado los diversos tipos de Kanban. <u>LOS PRODUCTOS DEFECTUOSOS NUNCA DEBEN PASAR AL PROCESO SIGUIENTE.</u> El incumplimiento de esta regla comprometería la existencia misma del sistema Kanban. Si llegaran a identificarse en el proceso siguiente algunos elementos defectuosos, tendría lugar una parada de la línea, al no tener unidades extras en existencia y devolvería los elementos defectuosos al anterior proceso. La parada de la línea del proceso siguiente resulta obvia y visible para todos.	

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
El sistema se basa pues en la idea de autocontrol siendo su propósito el evitar la repetición de defectos. El sentido del término defectuoso comprende asimismo las operaciones defectuosas, aquellas que no responden por completo a la estandarización y que suponen ineficiencia en las operaciones manuales, en las rutas o en los tiempos de trabajo. Tales ineficiencias son con frecuencia causa de que se produzcan elementos a su vez defectuosos. Así pues, las operaciones defectuosas deben eliminarse, a fin de asegurar un ritmo continuo en los pedidos. <u>EL NÚMERO DE KANBAN DEBE MINIMIZARSE.</u> Puesto que el número de Kanban expresa la cantidad máxima de existencias de un determinado elemento, habrá que mantenerse tan pequeño como sea posible. La autoridad final para modificar el número de Kanban se delega en el supervisor de cada proceso. Si un proceso se perfecciona gracias a la disminución de tamaño del lote y al acortamiento del plazo de fabricación será posible disminuir a su vez el número de Kanban necesarias. La delegación de autoridad para determinar el número de Kanban es el primer paso para promover el perfeccionamiento de las capacidades directivas. El número de Kanban a minimizar viene determinado por la expresión: $N^{\circ} \text{ de Kanban} = (\text{Demanda media tiempo de terminación} * \text{Lead time}) / (\text{Capacidad de los contenedores})$ $\text{Lead time} = \text{Tiempo de retraso en despacho}$ <u>REGLA 5. EL KANBAN HABRÁ DE UTILIZARSE PARA LOGRAR LA ADAPTACIÓN A PEQUEÑAS FLUCTUACIONES DE LA DEMANDA.</u> Con ello hacemos mención al rasgo más notable del sistema Kanban consistente en adaptarse a los cambios repentinos en los niveles de demanda o de las exigencias de la producción. <u>REGLA 6. EQUILIBRAR LA PRODUCCIÓN.</u> Para que podamos producir solamente la cantidad necesaria requerida por los procesos subsiguientes, se hace necesario para todos los procesos mantener al equipo y a los trabajadores de tal manera que puedan producir materiales en el	

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
momento necesario y en la cantidad necesaria. En este caso si el proceso subsiguiente pide material de una manera discontinua con respecto al tiempo y a la cantidad, el proceso anterior requerirá personal y máquinas en exceso para satisfacer esa necesidad. Es aquí cuando es más fácil apreciar los componentes básicos del sistema Kanban, que son los siguientes: • Equilibrio, sincronización y flujo. • Calidad: "Hacerlo bien la primera vez". • Participación de los empleados. <u>TIPOS DE TARJETAS KANBAN</u> Utiliza tres tipos de tarjetas: <u>Kanban de transporte</u> Transmiten de una estación a la predecesora las necesidades de material de la estación sucesora. La información que contienen es la siguiente: ▪ Ítem transportado ▪ Número de piezas por contenedor ▪ Número de orden de la tarjeta ▪ Origen ▪ Destino KAN-BAN De: Pintura Tarjeta ____ de ____ Para: Ensamblaje No. de Parte: 13435942-1 Descripción: Tapa Posterior No. de Piezas: _____ Contenedor: _____ <u>Kanban de fabricación</u> Se desplazan dentro de la misma estación, como órdenes de fabricación para la misma. La información que contienen es la siguiente: ▪ Centro de trabajo ▪ Ítem a fabricar ▪ Número de piezas por contenedor ▪ Punto de almacenamiento de salida ▪ Identificación y punto de recogida de los componentes necesarios	

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

Kanban Ticket ID	XYZ-000001
	
Item Number & Descr	PRODUCT #1
Quantity & UM	10 Ea
Required Date	07/07/2007
To Location	Warehouse #1
Cell	FINAL-ASSY

Kanban de señal

Es el primero en utilizarse y sirve como una autorización al último puesto de procesamiento (generalmente ensamblado) para que ordene a los puestos anteriores a empezar a procesar los materiales.

Kanban de proveedores

Es una clase adicional de tarjetas que relacionan el centro de recepción de materia prima R, con el centro de fabricación F.

ALGUNOS EJEMPLOS DE TARJETAS KANBAN

Part Number ABC 1234 Part Description Widget	 Pt No: ABC1234  Desc: Widget	Kanban Code ZZ ABC 1234-1-3 Quantity per Kanban 25 No of Kanbans 3	 Kan Code: ZZABC1234-1-3-25 Assembly Location L2-S6-8 Supplier A N Other	 Ass Loc: L2-S6-8  Supp: A N Other
--	--	--	--	---

STORE ADDRESS 1 57-B-NB	KANBAN NO. N762	LINE-SIDE ADDRESS 2W-10-3
 PART NO. 22020-03011-00 PART DESCRIPTION METER ASSY AIR FLOW/V-AIR CLEA	 ROUTE F-1 GROUP CODE IA520 DOCK CODE N2	
SUPPLIER NIPPONDENSO PURODENSO	QTY / CONT 4	SERIAL NO. 345
1950-5		

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
--	---

Lieferant: Drehmaschine TNA 300 Lieferanten-Nr: 48611 Kanbaneinheiten: 3 / 4 Anlage: 25.03.2008 11:05:00 Gedruckt: 08.06.2008 11:25:05 manufactus manufacturing solutions Artikelnummer: 41630-12 * 4 1 6 3 0 - 1 2 *	Verbraucher Produktion Lagerplatz: 13.07.02.00 Fertigungsinsel Glas Inhalt: 48 Bezeichnung: Welle ITD 2. A 4 Y21 InLine/GI Kanban ID: 1034 * 1 0 3 4 *
--	---







 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

5. DESARROLLO

Esta práctica requiere de un grupo de 30 estudiantes (3 por cada puesto de trabajo), ellos deben cumplir los siguientes roles:

CARGO	CANTIDAD
Gerente de Producción	1
Asistente de ventas	1
Operario Etapa 1 del proceso de producción	1
Operario Etapa 2 del proceso de producción	1
Operario Etapa 3 del proceso de producción	1
Almacenista de producto terminado	1
Control de tiempo	1
Operarios de desensamble y proveedores de partes a la línea de producción	3
Total estudiantes	10

FUNCIONES Y ACTIVIDADES DE CADA UNO DE LOS ROLES ASIGNADOS A ESTUDIANTES

ASISTENTE DE VENTAS: Genera la demanda de productos terminados, controla y coordina con el almacenista, la entrega de producto terminado a los clientes.

GERENTE DE PRODUCCION: Toma las decisiones durante las corridas

- ✓ Inicio y finalización de cada uno de los pasos de acuerdo de acuerdo a las etapas y actividades a seguir en el laboratorio.

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
✓ Inicio, fin y tiempo de cada corrida del sistema. ✓ Coordinación de proveedores de partes. ALMACENISTA DE PRODUCTO TERMINADO: Recibo de contenedores con vehículos: ✓ Almacena los productos, guarda las tarjetas de producción del contenedor y traslada los contenedores vacíos al área de salida de la etapa 3. Entrega de vehículos a clientes ✓ Recibe los pedidos de vehículos del asistente de ventas. ✓ Entrega los productos a los clientes. Actualiza el inventario de producto terminado, (anexos). ✓ Cuando haya vendido un número de vehículos igual o mayor tamaño de cada contenedor, coloca las tarjetas de producción, guardadas en el tarjetero de la etapa 3, tantas que permitan reponer los vehículos vendidos al almacén. Ejemplo: si vendió 6 vehículos y el tamaño del contenedor es igual a 2 debe colocar en el tarjetero 3 tarjetas de producción. OPERARIO ETAPA 3 ✓ Si tiene disponible contenedores vacíos y tarjetas de producción, coloca la tarjeta de producción en el contenedor, retira las partes que sean necesarias y realiza el ensamble final y coloca el vehículo en un contenedor. ✓ En el momento en que el contenedor esté lleno con la cantidad indicada, lo traslada al área de salida de la Etapa 2. ✓ Coloca la tarjeta de producción en el tarjetero (el contenedor queda lista para su uso en la etapa 3) OPERARIO ETAPA 2 ✓ Si tiene disponible contenedores vacíos y tarjetas de producción, coloca la tarjeta de producción en el contenedor, retira las partes que sean necesarias, ejecuta el proceso y coloca el producto en proceso en un contenedor. ✓ En el momento en que el contenedor esté lleno con la cantidad indicada, lo traslada al área de salida de la etapa 2. ✓ Coloca la tarjeta de producción en el tarjetero (el contenedor queda listo para su uso en la etapa 3)	

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
OPERARIO ETAPA 1 ✓ Si tiene disponible contenedores vacíos y tarjetas de producción, coloca la tarjeta de producción en el contenedor, retira la materia prima del almacén de producto terminado, ejecuta el proceso inicial y coloca el producto en proceso en un contenedor. ✓ En el momento en que el contenedor esté lleno con la cantidad indicada, lo traslada al área de salida de la etapa 1- ✓ Coloca la tarjeta de producción en el tarjetero (el contenedor queda lista para su uso en la etapa 2 CONTROL DE TIEMPO: toma el tiempo de corrida (inicio y fin) y da el tiempo a quién lo solicite. OPERARIOS DESENSAMBLE – PROVEEDORES DE PARTES: Desensamblan los productos y entregan las partes al almacén de materias primas y a cada estación en sus casillas respectivas <u>ETAPAS A SEGUIR COMO PARTE DE LA PRÁCTICA</u> <u>PASO 1:</u> Selección de gerente y estudiantes que tendrán los roles. <u>PASO 2:</u> Corrida No 1 para entrenamiento. Se ensamblan veinte unidades de los productos. <u>PASO 3:</u> Generación de la demanda o pedidos de vehículos de cada tipo en forma aleatoria. <u>PASO 4:</u> Corrida No. 2 Tamaño del contenedor: 1 vehículo. Carga inicial. Dos contenedores de 1 vehículo por cada color, para un total de 8 contenedores. <u>PASO 5:</u> Corrida No. 3 Tamaño del contendor: dos vehículos. Carga inicial. Dos contenedores de 2 vehículos por cada color, para un total de 8 contenedores. Se usa la misma demanda del paso anterior. <u>PASO 6:</u> Corrida No. 4 Tamaño de contenedor: cuatro vehículos. Carga inicial. Dos contenedores de 4 vehículos por cada color, para un total de 8 contenedores. Se usa la misma demanda del paso anterior. <u>PASO 7:</u> Análisis del tamaño del contenedor y del número de contenedores. Se debe decidir los dos aspectos	



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
ECUADOR

LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

PASO 8: Corrida No. 4 Con el tamaño del contenedor y número de contenedores y tarjetas de producción decididos en el paso anterior.

PASO 9: Cálculos y análisis.

6. CALCULOS Y RESULTADOS

- Realizar un reporte gerencial (gerente de producción) sobre las corridas reales 4, 5, 6 sin tomar en cuenta las corridas de prácticas, en ese informe estará: niveles de producción e inventario, demanda, calidad de producto terminado y materia prima, disponibilidad de partes y cumplimiento de pedidos.
- Importancia de los proveedores de componentes al proceso de producción
- Importancia de la planeación, control de producción y materiales.

7. CONCLUSIONES

8. CUESTIONARIO

1. ¿Qué pasa si falla el suministro de partes y materia prima?
2. ¿Qué pasa si la demanda disminuye? ¿Cómo se debe manejar esta situación?
3. ¿Qué pasa si la demanda aumenta en forma significativa? ¿Cómo manejar esta situación?



LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

9. INFORME

El informe a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

1. Tema.
2. Objetivos.
3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
4. Procedimiento de la práctica.
5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
6. Análisis de resultados.
7. Problemas Resueltos
8. Conclusiones.
9. Bibliografía.
10. Anexos (Cuestionario resuelto).

10. BIBLIOGRAFIA

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/bd/Kanban_esp.png?uselang=es

http://www.leanmanufacturing.org/img/tarjeta_kanban.jpg

http://www.technologyevaluation.com/Research/ResearchHighlights/ERP/2007/08/research_notes/img/PN_ER_XSH_08_27_01_1-1.gif

<http://altacuncta.wordpress.com/2011/10/28/ejemplos-tarjetas-kanban/#jp-carousel-597>

<http://www.slideshare.net/rooolas/curso-capacitacion-de-kanban-8884358>

CORDOBA BARAHONA GERMAN, 2011 Guía de prácticas de laboratorio para Ingeniería de operaciones. Sello editorial Javeriano

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
--	--

Pedido	Codigo producto	Cantidad solicitada	Pedido	Codigo producto	Cantidad solicitada	Pedido	Codigo producto	Cantidad solicitada
1	C1	2	13	C2	2	25	C1	2
2	C4	2	14	C1	2	26	C4	2
3	C3	2	15	C1	2	27	C1	3
4	C2	2	16	C1	2	28	C1	2
5	C1	2	17	C3	2	29	C2	2
6	C3	2	18	C1	2	30	C2	2
7	C2	2	19	C3	4	31	C2	2
8	C3	2	20	C3	2	32	C1	2
9	C1	2	21	C3	3	33	C4	2
10	C1	2	22	C2	2	34	C3	3
11	C3	2	23	C3	2	35	C1	2
12	C2	2	24	C1	3	36	C2	3
TOTAL								79
PROMEDIO								2,19444444
DESVIACION ESTÁNDAR								0,46717659

TP3
PRODUCCION ETAPA 3
CONTENEDOR:

TP2
PRODUCCION ETAPA 2
CONTENEDOR:

TP1
PRODUCCION ETAPA 1
CONTENEDOR:

TP3
PRODUCCION ETAPA 3
CONTENEDOR:

TP2
PRODUCCION ETAPA 2
CONTENEDOR:

TP1
PRODUCCION ETAPA 1
CONTENEDOR:

TP3
PRODUCCION ETAPA 3
CONTENEDOR:

TP2
PRODUCCION ETAPA 2
CONTENEDOR:

TP1
PRODUCCION ETAPA 1
CONTENEDOR:

TP3
PRODUCCION ETAPA 3
CONTENEDOR:

TP2
PRODUCCION ETAPA 2
CONTENEDOR:

TP1
PRODUCCION ETAPA 1
CONTENEDOR:

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR				LABORATORIO DE INGENIERIAS		
				LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL		
KARDEX DE VEHICULOS						
EMPRESA UPS					CORRIDA No.	
LINEA	HORA	INVENTARIO INICIAL	ENTRADA	DISPONIBLE	SALIDA	INVENTARIO FINAL
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						
27						
28						
29						
30						
TOTAL						
PROMEDIO						
CONTROL RECHAZOS						
LINEA	HORA	ACUMULADO	LINEA	HORA	ACUMULADO	
1			8			
2			9			
3			10			
4			11			
5			12			
6			13			
7			14			

3.6.6 JUSTO A TIEMPO, JAT, CON TARJETAS DE PRODUCCION Y MOVIMIENTO

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		LABORATORIO DE INGENIERIAS	
		LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL	
PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
10	120 MIN	JUSTO A TIEMPO, JAT, CON TARJETAS DE PRODUCCION Y MOVIMIENTO	INGENIERIA DE METODOS Y PRODUCCION

1. OBJETIVOS

- Analizar las características propias de un sistema de producción Justo a Tiempo (JAT) con uso de contenedores, tarjetas de producción y tarjetas de movimiento entre estaciones de trabajo, demanda aleatoria y productos similares.
- Comparar el efecto de aumentar o disminuir el número de tarjetas (contenedores entre estaciones).

2. METODO

- Investigar sobre lo que la estrategia de manufactura Justo a Tiempo plantea para el uso de contenedores, tarjetas de producción y tarjeta de movimientos.
- Identificar como se hace una tarjeta de producción por etapa para la pieza que se va a trabajar.
- Estar al tanto de la generación de la demanda.
- Conocer la pieza con la que se va a trabajar y distinguir sus colores.

3. EQUIPOS Y MATERIALES

- Piezas plásticas tipo lego de cuatro colores
- Contenedores
- Tarjetas de producción entre cada par de estaciones
- Tarjetas de movimiento entre cada par de estaciones

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

4. MARCO TEORICO

DEFINICIÓN:

El Justo a Tiempo (Just-in-Time) es una filosofía de gestión japonesa que se lleva aplicando desde principios de los años 70 en muchas industrias japonesas manufactureras. La compañía Toyota fue la pionera en desarrollar y perfeccionar esta filosofía. Originariamente, la filosofía JIT hacía referencia a una producción que satisficiera con exactitud las exigencias de los clientes en términos de entrega a tiempo, calidad sin defectos y cantidad exacta, ya fuera el “cliente” el comprador final del producto o siguiera otro proceso en la línea de producción (cliente interno).

Hoy en día, el JIT es un proceso para conseguir la excelencia en la industria manufacturera que se basa en la eliminación continua de todo lo que implique desperdicio. Por desperdicio se entiende todo aquello que no añade valor al producto. Esto se consigue llevando el material exacto al lugar necesario en el momento concreto (ni antes ni después). Cada operación está perfectamente sincronizada con las que le siguen para hacer posible este proceso.

La filosofía JIT se puede ilustrar con la metáfora de un lago con rocas de diferentes tamaños en el fondo. El agua representaría el inventario de una organización, mientras que las rocas serían las ineficiencias detectadas. Rocas (Ineficiencias)

Antes de aplicar el método JIT, habrá mucha agua (inventario) en la cadena de suministro para cubrir todas las rocas (ineficiencias y áreas problemáticas). A medida que baja lentamente el nivel del agua (inventario), las rocas (ineficiencias y áreas problemáticas) empezarán a sobresalir por el nivel del agua. En un momento dado el agua se estabiliza es entonces cuando se llevan a cabo procesos y mejoras para reducir el tamaño de las rocas. Una vez eliminadas las rocas visibles, el nivel del agua baja de nuevo lentamente de modo que empiezan a sobresalir nuevas rocas. Toda la atención se dirige ahora a estas nuevas rocas. El proceso continúa hasta que el nivel del agua baja lo máximo posible sin que sobresalga ninguna roca. En definitiva, el JIT trata de conseguir sistemas de producción capaces de acortar el plazo de producción desde la entrada de materiales hasta la terminación del producto, para adaptarse a las fluctuaciones de la demanda, evitar desequilibrios de

existencias, excesos de equipos y personas, y reducir los costes a través de la eliminación de despilfarros.

DÓNDE APLICAR EL JIT

Aunque el JIT se desarrolló para el entorno de la producción, parece que no hay ninguna razón para que este concepto no pueda extenderse a todas las demás áreas empresariales. El concepto básico es recibir lo que se necesita justo a tiempo para utilizarlo.

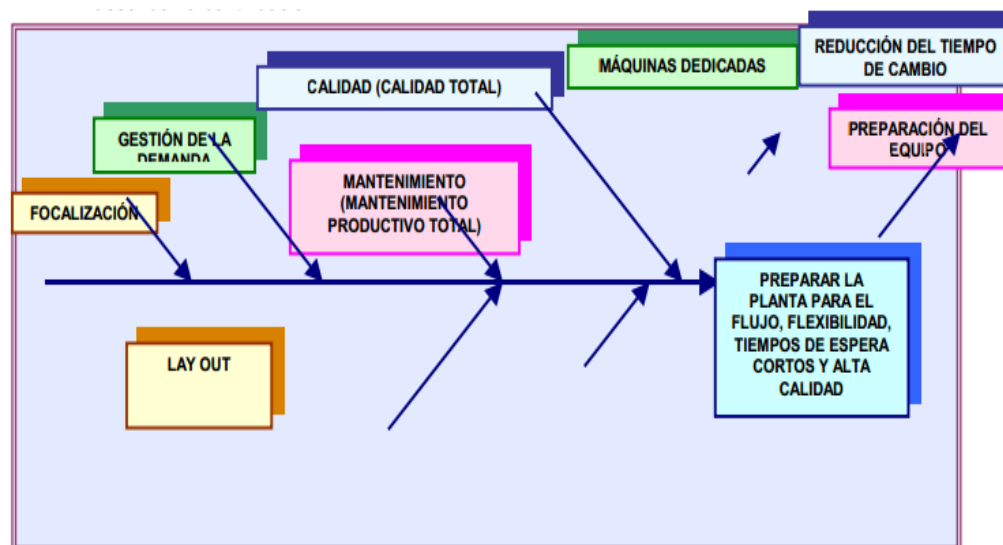
De todas formas, el JIT es un sistema que afecta a todas las fases de la gestión de la empresa; parte de las necesidades del cliente y alcanza a los proveedores de la misma.

APLICACIÓN DEL JIT

En el proceso de aplicación del JIT se pueden distinguir dos fases fundamentalmente. Cada una de estas fases comprende varios principios que la organización debe poner en práctica para aplicar el JIT.

FASE 1: PREPARACIÓN PARA EL JIT

La Fase 1 consiste en prepararse para el JIT. Todos los principios y técnicas descritos para la Fase 1 se pueden aplicar en cualquier organización, independientemente de su tamaño o volumen. Estos principios son los que se describen a continuación.



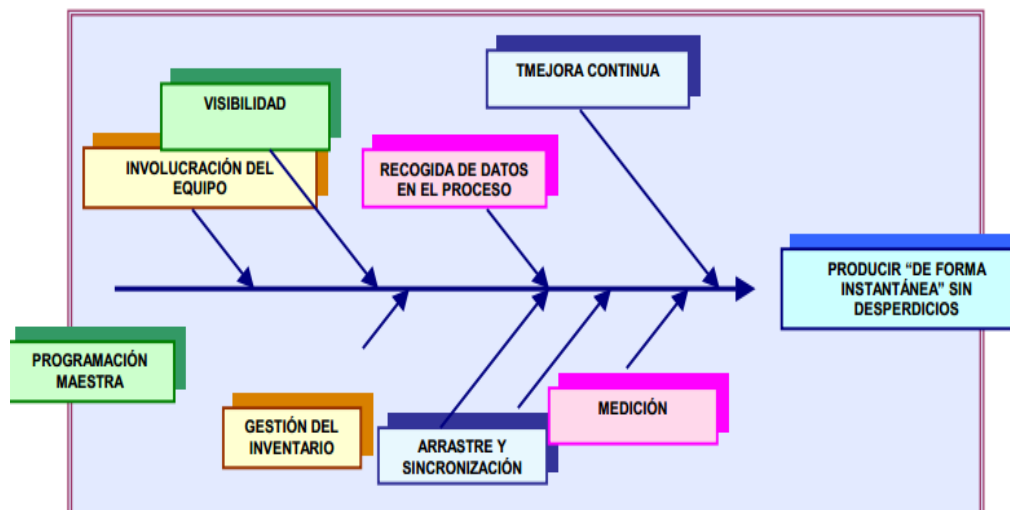
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
<u>Focalización</u> La focalización consiste en identificar los productos, recursos y ventajas competitivas más importantes y concentrar la atención en todos ellos. <u>Gestión de la demanda</u> La programación del JIT funciona mejor cuando existe un flujo continuo de productos a lo largo de la cadena. Esto nunca es del todo perfecto, por eso el propósito de la gestión de la demanda va a ser que el flujo de productos sea lo más regular posible. <u>Mantenimiento total</u> El método JIT exige que se pueda disponer de las máquinas, herramientas y equipo sin fallo alguno siempre que sea necesario. Éste es el principal requisito, aunque el coste también es importante. Si todo el mundo tiene responsabilidades de mantenimiento, no será necesario sacrificar uno de estos dos objetivos, sino que a menudo se podrán conseguir los dos. Una fase del JIT es el Mantenimiento Productivo Total (TPM), es decir, que todos participen en el mantenimiento (auto mantenimiento), lo que va más allá del mantenimiento preventivo. <u>Calidad total</u> La calidad con “defectos 0” es esencial para que el JIT tenga éxito. Además, muchos conceptos del JIT son excelentes facilitadores de la calidad. <u>Máquinas dedicadas</u> El principio de las máquinas en JIT es utilizar Medios lo más dedicados posibles de acuerdo con los requisitos de calidad. En general, las máquinas pequeñas dedicadas permiten una mayor flexibilidad en las preparaciones, reducción del material de manipulación, etc. que otras más grandes y universales. <u>Distribución en Planta</u> La Distribución en Planta orientada al producto es un facilitador clave del JIT, ya que hace posible el flujo de pequeños lotes o incluso de lotes unitarios. <u>Reducción del tiempo de cambio</u> Al reducir los tiempos de preparación o de intercambio de útiles no sólo se consigue aumentar la capacidad, sino que también se permite una mayor flexibilidad y lotes más pequeños (minimizar el inventario y desperdicio).	

Formación de Equipos de trabajo

El JIT es un proceso de trabajo en equipo. Exige nuevas actitudes por parte de los directivos y empleados, y nuevas prácticas en las operaciones.

FASE 2: OPERACIONES DE FUNCIONAMIENTO EN EL MODO JIT

La Fase 2 contiene los principios y técnicas para poner en funcionamiento las operaciones de acuerdo con el modo JIT (Figura 11). Estas operaciones se basan en los principios de la Fase 1 y a menudo exigen aplicar alguna técnica de esta Fase 1 con el fin de minimizar el riesgo y de maximizar la efectividad. La mayoría se pueden aplicar en cualquier tipo de organización, aunque algunas serán menos aplicables en organizaciones de poco volumen o gran variedad



Involucración del equipo

La involucración del equipo se basa en la preparación del equipo y tiene como objetivo involucrar a todos para conseguir un mejor rendimiento.

Visibilidad (Fábrica visual)

Este principio es la principal desviación con respecto a la “caja negra” o a la gestión informática de la producción. Se basa en el hecho de que se puede ejercer un mejor control cuando se pueden observar el pasado y el futuro inmediatos y de manera totalmente clara y visual, en la propia planta productiva.

Recogida de datos en el proceso La recogida de datos en el proceso es el principio por el cual se recogen y se utilizan los datos inmediatamente en el

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
proceso o en el lugar de trabajo, permitiendo acciones correctoras inmediatas y sumamente eficientes. <u>Mejora Continua</u> En el corazón de la mejora JIT destacan cuatro aspectos fundamentales: en primer lugar, que todo el mundo sea consciente de los Siete Desperdicios. Esto significa que todos deben buscar y eliminar los siete siguientes desperdicios en la fabricación: Desperdicio de la Sobreproducción, Desperdicio del Inventario, Desperdicio de la Espera, Desperdicio del Desplazamiento, Desperdicio del Transporte, Desperdicio de los Defectos y Desperdicio del Procesamiento. En segundo lugar hay que animar a todo el mundo a mostrar una actitud inquisitiva y a hacer uso de los 5 porqués. Al hacerse las preguntas del porqué varias veces se podrán identificar las causas fundamentales. Cuando se consigue hacer estas preguntas 3, 5 o más veces, se habrá llegado a la causa fundamental. En tercer lugar está el “Kaizen”. “Kaizen” es un término japonés que significa mejora gradual, ordenada y continua. Y por último, en cuarto lugar está la continuación del proceso. <u>Programación Maestra</u> La programación productiva es clave en el JIT y una buena programación general será la base para el proceso. El objetivo del JIT es cumplir los índices de demanda programados que, a pesar de la gestión de la demanda, varíen continuamente a lo largo del año, pero con la “producción ajustada” no se conviertan en excesos (desperdicios) de productos en Stock. <u>Gestión del inventario</u> El JIT no sólo trata de reducir el inventario, sino que con esta reducción del inventario se consigue estar más cerca de la consecución del objetivo, minimizando los desperdicios que ello conlleva y suministrando en su filosofía (“ni antes ni después, ni más ni menos”). <u>Arrastre y sincronización</u> El JIT necesita de un correcto flujo productivo, es decir las piezas, los subconjuntos modulares y los productos fluyen como un sistema fluvial cuyo volumen se corresponde con el índice de la demanda. Gradualmente, los afluentes	



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
ECUADOR

LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

Erosionan los meandros y encuentran atajos, así que se acortan las distancias y se eliminan los rápidos y las rocas problemáticas.

Medición

La medición es un desperdicio necesario en el método JIT para exigir las acciones mínimas correctoras. En cuatro áreas se deben conseguir los mínimos optimizados: los desperdicios, los costes, el tiempo y la entrega.

5. DESARROLLO

Consiste en la fabricación de un modelo de vehículo con cuatro colores diferentes que se fabrican con los pedidos de los clientes, en un proceso de tres etapas y dos bodegas las cuales son bodega de materia prima y bodega de producto terminado.

Productos, formatos y elementos de apoyo para el desarrollo:

Productos a ensamblar, diseño y partes o componentes del vehículo en el anexo 1.

- ✓ C1 vehículo amarillo
- ✓ C2 vehículo rojo
- ✓ C3 vehículo verde
- ✓ C4 vehículo azul

Materiales

- ✓ Piezas plásticas tipo lego de cuatro colores
- ✓ Contenedores
- ✓ Tarjetas de producción entre cada par de estaciones
- ✓ Tarjetas de movimiento entre cada par de estaciones

Tarjetas

Una tarjeta de movimiento etapa 3, al almacén de producto terminado

- ✓ Una tarjeta de producción vehículo etapa 3
- ✓ Una tarjeta de movimiento etapa 2 a etapa 3
- ✓ Una tarjeta de producción vehículo etapa 2
- ✓ Una tarjeta de movimiento etapa 1 a etapa 2
- ✓ Una tarjeta de producción vehículo etapa 1
- ✓ Una tarjeta de movimiento materia prima a etapa 1

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

Total 7 tarjetas por cada vehículo.

Formatos y archivos de apoyo

- ✓ Lista de pedidos demanda aleatoria (Ejemplo anexo 3)
- ✓ Control de inventarios de producto terminado (Kárdex anexo 4)
- ✓ Archivo Excel para la generación de demanda aleatoria

Esta práctica requiere de un grupo de 30 estudiantes (3 por cada puesto de trabajo), ellos deben cumplir los siguientes roles:

CARGO	CANTIDAD
Gerente de Producción	1
Asistente de ventas	1
Operario Etapa 1 del proceso de producción	1
Operario Etapa 2 del proceso de producción	1
Operario Etapa 3 del proceso de producción	1
Operario de movimiento materia prima Etapa 1	1
Operario de movimiento Etapa 1 a Etapa 2	1
Operario de movimiento de Etapa 2 a Etapa 3	1
Operario de movimiento de Etapa 3 a almacén de producto terminado	1
Almacenista de producto terminado	1
Control de tiempo	1
Operarios de desensamble y proveedores de partes a la línea de producción	3
Total estudiantes	14

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
<u>FUNCIONES Y ACTIVIDADES DE CADA UNO DE LOS ROLES ASIGNADOS A ESTUDIANTES</u> GERENTE DE PRODUCCIÓN Toma las decisiones durante las corridas ✓ Inicio, fin y tiempo de cada corrida del sistema ✓ Coordinación de proveedores de partes ASISTENTE DE VENTAS Genera la demanda de productos terminados y controla y coordina la entrega a los clientes con el almacenista de producto terminado ALMACENISTA DE PRODUCTO TERMINADO RECIBO DE VEHÍCULOS ACEPTADOS O RECHAZADOS: ✓ Si es aceptado, lo reemplaza por una ficha de color respectivo con su tarjeta de movimiento, almacena el producto, actualiza el kárdex y entrega el vehículo al desensamble. ✓ Si es rechazado, actualiza el control de rechazos por corrida en el kárdex, coloca la tarjeta de movimientos en el vehículo vendido, al casillero entre la etapa 3 y el almacén de producto terminado y entrega el producto a desensamble ENTREGA EL VEHICULO A LOS CLIENTES: ✓ Recibe los pedidos de vehículos del asistente de ventas. ✓ Entrega los productos a los clientes, actualiza el inventario del producto terminado (Kárdex anexo 4). ✓ Coloca la tarjeta de movimiento del vehículo vendido, al casillero entre la etapa 3 y el almacén de producto terminado. OPERARIO MOVIMIENTO ETAPA 3 AL ALMACÉN PRODUCTO TERMINADO: ✓ Si hay una tarjeta de movimiento disponible, coloca la tarjeta al producto terminado que está en el área de salida de la etapa 3. ✓ Traslada el vehículo en proceso (aceptado o rechazado) del área de salida de la etapa 3 hasta el almacén de producto terminado. Entrega el vehículo con su tarjeta de movimiento.	

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
OPERARIO ETAPA 3: ✓ Si tiene disponible tarjeta de producción y hay producto en proceso en el área de entrada de la etapa 3, hace el control de calidad del producto. ✓ Si el producto es aceptado pone la cara y empaca el producto. ✓ Traslada el producto (aceptado o rechazado) al área de salida de la etapa 3. ✓ Devuelve la tarjeta de producción al casillero de la etapa 3. OPERARIO MOVIMIENTO ETAPA 3 AL ALMACEN DE PRODUCTO TERMINADO: ✓ Si hay una tarjeta de movimiento disponible, coloca la tarjeta al producto terminado que está en el área de salida de la etapa 3. ✓ Traslada el vehículo en proceso (aceptado o rechazado) del área de salida de la etapa 3 hasta el almacén de producto terminado. Entrega el vehículo con su tarjeta de movimiento. OPERARIO ETAPA 3: ✓ Si tiene disponible tarjeta de producción y hay producto en proceso en el área de entrada de la etapa 3, hace el control de calidad del producto. ✓ Si el producto es aceptado pone la cara y empaca el producto. ✓ Traslada el producto (aceptado o rechazado) al área de salida de la etapa 3. ✓ Devuelve la tarjeta de producción al casillero de la etapa 3. OPERARIO MOVIMIENTO ETAPA 2 A ETAPA 3: ✓ Si el área de salida de la Etapa 3 está vacía (sin producto) y tiene tarjeta de movimiento disponible, coloca a tarjeta de movimiento al producto en proceso que está en el área de salida de la Etapa 2. ✓ Mueve el producto en proceso del área de salida de la Etapa 2 al área de entrada de la Etapa 3 junto con la tarjeta de movimiento. ✓ Reemplaza en el producto en proceso, la tarjeta de movimiento por una tarjeta de producción. ✓ Coloca la tarjeta de movimiento en el casillero entre las etapas 2 y 3. OPERARIO ETAPA 2: ✓ Si tiene disponible tarjeta de producción y hay producto en proceso en el área de entrada de la Etapa 2, ensambla las piezas de la parte superior (Tercera fila, 3 piezas).	

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
✓ Traslada el producto al área de salida de la Etapa 2. ✓ Devuelve la tarjeta de producción al casillero de la Etapa 2. OPERARIO MOVIMIENTO ETAPA 1 A ETAPA 2: ✓ Si el área de la Etapa 2 está vacía (sin producto) y tiene tarjeta de movimiento disponible, coloca la tarjeta de movimiento al producto en proceso que está en el área de salida Etapa 1. ✓ Traslada el producto en proceso del área de salida de la Etapa 1 al área de entrada de la Etapa 2 junto con la tarjeta de movimiento. ✓ Reemplaza en el producto en proceso, la tarjeta de movimiento por la tarjeta de producción. ✓ Coloca la tarjeta de movimiento en el casillero de las etapas 1 y 2. OPERARIO ETAPA 1: ✓ Si el sitio e entrada de la Etapa 1 tiene orden de producción con la materia prima, ensambla la pieza inferior con llanta con las dos piezas intermedias (segunda fila) ✓ Traslada el producto en proceso al área de salida Etapa 1 ✓ Devuelve la tarjeta de producción al casillero Etapa 1. OPERARIO MOVIMIENTO A ETAPA 1: ✓ Si el área de salida de Etapa 1 está vacía (sin producto) y tiene tarjeta de movimiento disponible, coloca la tarjeta de movimiento en la materia prima. ✓ Traslada la materia prima del almacén de materia prima al área de entrada de la Etapa 1 junto con la tarjeta de movimiento. ✓ Reemplaza en la materia prima, la tarjeta de movimiento por la tarjeta de producción. ✓ Coloca la tarjeta de movimiento en el casillero entre el almacén de materia prima y la etapa 1. CONTROL DE TIEMPO 1: ✓ Toma el tiempo de cada corrida (inicio y fin) y da el tiempo a quién lo solicite.	

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
OPERARIOS DESENSAMBLE – PROVEEDORES DE PARTES: ✓ Desensamblan los productos y entregan las partes al almacén de materias primas y cada estación en sus casillas respectivas. <u>ETAPAS Y ACTIVIDADES A SEGUIR EN EL LABORATORIO</u> <u>PASO 1</u> Selección del gerente y estudiantes que tendrán los roles. <u>PASO 2. CORRIDA No 1:</u> de entrenamiento. Se ensamblan diez unidades de los productos. <u>PASO 3. CORRIDA No 2:</u> Se desensamblan veinte vehículos de dos productos para estimar la tasa de producción por minuto. <u>PASO 4. CORRIDA No 3:</u> carga del sistema con 4 vehículos terminados. Deben iniciarse 16 vehículos, 4 de cada color. Sólo uno de los vehículos finaliza su proceso y queda disponible para su venta en el almacén de producto terminado. Cada uno de los tres vehículos restantes queda en el área de salida de las Etapas 1, 2 y 3 respectivamente, listo para su proceso en la etapa siguiente. <u>PASO 5:</u> Generación de la demanda o pedidos de vehículos de cada tipo en forma aleatoria. <u>PASO 6: CORRIDA No 4:</u> uso de tarjetas de producción y movimiento con demanda aleatoria. Número de tarjetas por cada color de vehículo = 7, tamaño de contenedor=1. <u>PASO 7:</u> Cargue el sistema con 8 vehículos terminados. Debe iniciarse con 32 vehículos. En el área de salida de cada etapa debe quedar un contenedor con 2 vehículos por cada color. <u>PASO 8:</u> Generación de la demanda. <u>PASO 9: CORRIDA No 5</u> Número de tarjetas por cada color de vehículo= 7 tamaño del contenedor=2. <u>PASO 10:</u> cargue el sistema con 12 vehículos terminados, debe iniciarse con 48. En el área de salida de cada etapa debe quedar un contenedor con tres vehículos por cada color. <u>PASO 11 CORRIDA No 6:</u> con igual demanda que en la corrida N° 5, número de tarjetas por cada color de vehículo= 7, tamaño del contenedor= 3. <u>PASO 12:</u> Cálculos y análisis.	

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DE LA LÍNEA DE ENSAMBLE DE VEHÍCULOS:

La distribución muestra un proceso con tres etapas, un almacén de materias primas y uno de producto terminado. Las etapas del proceso incluyen espacios delimitados para el almacenamiento de las partes utilizadas en cada etapa.

Se identifican las áreas de entrada y salida de cada etapa y la ubicación de los casilleros para las tarjetas de producción y los casilleros para las tarjetas de movimiento entre las etapas del proceso y/o el almacén de producto terminado y el de la materia prima.

6. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

Sobre los temas de la práctica de Justo a Tiempo con tarjetas de producción y movimiento:

- ✚ Reporte analítico (como Gerente de producción) de las corridas N°- 4,5 y 6 (se excluye corridas de entrenamiento y carga del sistema). Analizar al menos niveles de producción e inventario, demanda, calidad del producto terminado y materia prima, disponibilidad de partes y cumplimiento de pedidos.
- ✚ Efecto del aumento en el número de tarjetas por vehículos, comparación corridas 4,5 6 y sugerencias.
- ✚ Efecto de la variabilidad de la demanda en estos sistemas.
- ✚ Importancia de los proveedores de componentes al proceso de producción.
- ✚ Importancia de la planeación y control de producción y materiales en estos sistemas. ¿Quién programa? ¿Quién pide y controla la cantidad de materiales y partes o componentes? ¿Cómo se controla el inventario?
- ✚ ¿Qué pasa si falla el suministro de partes y materia prima?
- ✚ ¿Qué pasa si la demanda disminuye? ¿Cómo se debe manejar esta situación?
- ✚ ¿Qué pasa si la demanda aumenta en forma significativa? ¿Cómo manejar esta situación?
- ✚ Mejoras y recomendaciones en la práctica.



LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

7. CUESTIONARIO

- ✚ Realice un resumen y amplíe el tema de la estrategia justo a tiempo (máximo 5 hojas)
- ✚ Realice un informe con las actividades del alumno

8. CONCLUSIONES

9. BIBLIOGRAFIA

CORDOBA BARAHONA GERMAN, 2011 Guía de prácticas de laboratorio para Ingeniería de operaciones. Sello editorial Javeriano

Monden, Yasuhiro. Toyota Production System: An Integrated Approach to Just – In –Time (3ª Edición). Engineering & Management Press. Norcross. GA. 1998

<http://academic.emporia.edu/smithwil/s99mg423/eja/anders.htm>

<http://akao.larc.nasa.gov/dfc/jit.html>

<http://home.iae.nl/users/drshofm/planningsystemen/jit.htm>

<http://www.ashland.edu/~rjacobs/m503jit.html>

http://www.nwlink.com/~donclark/ic/ic_jit.html

<http://www-mmd.eng.cam.ac.uk/people/ahr/dstools/proces/jit.htm>

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

GENERACION DEMANDA

Pedido	Producto solicitado	Cantidad solicitada	Pedido	Producto solicitado	Cantidad solicitada	Pedido	Producto solicitado	Cantidad solicitada
1	V. amarillo	2	13	V. rojo	2	25	V. amarillo	2
2	V. amarillo	2	14	V. amarillo	2	26	V. amarillo	2
3	V. amarillo	4	15	V. amarillo	2	27	V. amarillo	2
4	V. amarillo	2	16	V. rojo	2	28	V. verde	2
5	V. azul	4	17	V. rojo	2	29	V. azul	2
6	V. azul	2	18	V. rojo	2	30	V. rojo	2
7	V. rojo	2	19	V. verde	2			
8	V. amarillo	2	20	V. amarillo	2			
9	V. amarillo	2	21	V. rojo	2			
10	V. amarillo	2	22	V. amarillo	2			
11	V. rojo	2	23	V. rojo	2			
12	V. verde	2	24	V. verde	2			
TOTAL								64
PROMEDIO								2,13333333
DESVIACION ESTÁNDAR								0,50741626

TM3 - PT		
T movimiento ET 3	☒	Almacén PT
PRODUCTO: Vehículo ROJO		
CONTENEDOR:		1

TP3		
PRODUCCION ETAPA 3		
Vehículo :		ROJO
CONTENEDOR:		1

TM 2-3		
T movimiento ET 2	☒	ET 3
PRODUCTO: Vehículo ROJO		
CONTENEDOR:		1

TP2		
PRODUCCION ETAPA 2		
Vehículo :		ROJO
CONTENEDOR:		1

TM 1-2		
T movimiento ET 1	☒	ET 2
PRODUCTO: Vehículo ROJO		
CONTENEDOR:		1

TP1		
PRODUCCION ETAPA 1		
Vehículo :		ROJO
CONTENEDOR:		1

TM MP-1		
T movimiento M prima	☒	ET 1
PRODUCTO: Vehículo ROJO		
CONTENEDOR:		1

NOTA: La tarjeta va coloreada y con el tamaño del contenedor (numero de productos por contenedor). La práctica se hace con un tamaño inicial de uno (1).

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR				LABORATORIO DE INGENIERIAS			
				LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL			
KARDEX DE PRODUCTO: VEHÍCULOS							
PRACTICA JUSTO A TIEMPO VEHÍCULOS							
KARDEX DE PRODUCTO: VEHÍCULOS						Corrida N°	
LINEA	HORA	PEDIDO (SOLO SALIDAS)	INVENTARIO INICIAL	ENTRADA	DISPONIBLE	SALIDA	INVENTARIO FINAL
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							
27							
28							
29							
30							
TOTAL							
PROMEDIO							
CONTROL DE RECHAZOS							
LINEA	HORA	ACUMULADO	LINEA	HORA	ACUMULADO		
1			9				
2			10				
3			11				
4			12				
5			13				
6			14				
7			15				
8			16				

3.6.7 SISTEMA HIBRIDO EMPUJAR JALAR. CONWIP

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		LABORATORIO DE INGENIERIAS	
		LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL	
PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
11	120 MIN	SISTEMA HIBRIDO ENPUJAR- JALAR: CONWIP	INGENIERIA DE METODOS Y PRODUCCION

1. OBJETIVOS

Analizar la características propias de un sistema de producción híbrido empujar - jalar, con trabajo en proceso constante – conwip (pull – push) y uso de tarjetas de producción y contenedores, demanda aleatoria y 4 productos similares. Analizar, además, el efecto de aumentar o disminuir el tamaño y número de contenedores.

2. METODO

Se trata de un sistema HIBRIDO ENPUJAR- JALAR: CONWIP en el cual se realiza varios modelos de carros de diferentes colores para analizar el efecto de aumentar o disminuir el tamaño y número de contenedores

3. EQUIPOS Y MATERIALES

- Piezas lego de 4 colores diferentes.
- Un contenedor por caja color de vehículo.
- Una tarjeta de producción por vehículo.
- Tarjetas de movimiento entre cada par de estaciones
- Mesas de trabajo
- Cronometro
- Tarjeta señales por cada producto o color de vehículo
- Una tarjeta de producción de vehículo
- Contenedor por cada color de vehículo.



LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

4. MARCO TEORICO

EL WIP Y CONWIP FRENTE AL PUSH & PULL

WORK IN PROCESS W.I.P

Consiste en controlar el flujo de producción durante el proceso productivo, cuando los productos están aún sin completar como su misma traducción lo dice Trabajo en Proceso.

SISTEMA DE CONTROL DE PRODUCCION

Los sistemas de producción pueden ser clasificados en dos grupos diferenciados por su funcionamiento. El sistema de empuje PUSH y el sistema de tracción PULL, dentro de este último podemos encontrar a los sistemas de control de la producción: JIT/KANBAN, CONWIP.

QUE ES CONWIP?

CONWIP: Constant Works In Process **CONWIP:** es una variante del sistema PULL, es una clase de sistema Kanban y es también un sistema de movimiento reciproco híbrido. Mientras que los sistemas de Kanban mantienen un control más apretado del sistema WIP a través de las tarjetas individuales en cada sitio de trabajo, los sistemas de CONWIP son más fáciles de poner en ejecución y de ajustar, puesto que solamente un sistema de tarjetas del sistema se utiliza para manejar el sistema WIP Al sistema CONWIP también se denomina como LONG PULL

CONWIP utiliza tarjetas para controlar el número de WIPS. Por ejemplo, no se permite ninguna parte incorporar el sistema sin una tarjeta (autoridad). Después de que una parte acabada se termine en el sitio de trabajo pasado, una tarjeta se transfiere al primer sitio de trabajo y una nueva parte se empuja en la ruta de proceso secuencial. Realizando una comparación entre el CONWIP, Kanban y sistemas Pull, y se encontró que los sistemas de CONWIP pueden alcanzar un nivel más bajo de WIP que sistemas Kanban.

El CONWIP se puede definir como un sistema de control de producción cerrado, esto es, controla la cantidad de materiales que ingresan al sistema y únicamente permite una cantidad constante de materiales en proceso dentro del sistema, que en

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
una línea balanceada equivale a un (1) producto en proceso en cada máquina o estación de trabajo. Una vez el sistema se llena, únicamente se permite entrada de materiales al sistema cuando se produzca una salida de producto terminado del sistema. Un lazo de información une la última estación del proceso con la primera. Mientras que en el sistema Justo A Tiempo cada operación está ligada a la operación anterior por un flujo de información que cierra el ciclo. La disciplina de trabajo del CONWIP es pull en la última operación del sistema productivo o sea donde se termina el producto, una vez se entrega uno de éstos se autoriza la entrada de materiales a la primera operación del sistema. De allí en adelante, la disciplina es push, es decir, las órdenes se van empujando a lo largo del proceso hasta llegar a la operación final. El CONWIP reconoce las ventajas del MRP como sistema de información y lo utiliza como tal. El control de entrada de los materiales se hace en la primera operación. Para evitar que la línea de producción se quede sin materiales, se permite una reserva o buffer de productos en la primera operación. <u>PUNTO CLAVE</u> • Los sistemas de planeación de la producción que tienen como punto de partida o de arranque al consumo, poseen la magia del control de inventarios. Tanto el sistema JIT como el CONWIP autorizan la producción sólo cuando se produce una demanda de producto terminado y mantienen acotados los inventarios, utilizando herramientas como el Kanban 5. DESARROLLO La práctica consiste en la fabricación de un modelo de vehículo con 4 colores diferentes, que se fabrican de acuerdo con los pedidos de los clientes, en un proceso con tres etapas y 2 bodegas: bodega de materia prima y de producto terminado. Una vez se recibe el pedido del cliente, se reporta a la primera etapa del proceso, para iniciar la producción con el retiro de materia prima de la bodega de materia prima.	



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
ECUADOR

LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA
INDUSTRIAL

Productos a ensamblar. Diseño y partes o componentes del vehículo.

- ✓ C1 vehículo amarillo
- ✓ C2 vehículo rojo
- ✓ C3 Vehículo verde
- ✓ C4 Vehículo azul

ROLES NECESARIOS PARA EL DESARROLLO DEL LABORATORIO.

Para el desarrollo de la práctica se requiere 33 estudiantes, se pueden repetir en los puestos (3 por puesto de trabajo) los cuales desarrollaran los siguientes roles:

CARGO	CANTIDAD	FUNCION PRINCIPAL
Gerente de Producción	1	Dirección y toma de decisiones
Asistente de ventas	1	Generación y control de demanda - llena el formato de Registro de Demanda
Operario Etapa 1	1	Del proceso de producción
Operario Etapa 2	1	Del proceso de producción
Operario Etapa 3	1	Del proceso de producción
Operario	1	Movimiento de contenedores desde el almacen de producto terminado hasata la etapa 1
Almacenista	1	Almacena el producto terminado
Control de tiempo	1	Maneo de reloj y tiempos
Operarios de desensamble	3	Maneo de reloj y tiempos
Total estudianes	11	

FUNCIONES Y ACTIVIDADES DE CADA UNO DE LOS ROLES ASIGNADOS A ESTUDIANTES

ASISTENTE DE VENTAS

- ✓ Genera la demanda de productos terminados, controla y coordina la entrega a los clientes, con el almacenista de producto terminado.

GERENTE DE PRODUCCION

- ✓ Toma las decisiones durante las corridas.
- ✓ Inicio y finalización de cada paso.
- ✓ Inicio, fin y tiempo de cada corrida del sistema.
- ✓ Coordinación de proveedores de partes.

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
ALMACENISTA DE PRODUCTO TERMINADO. RECIBO DE VEHÍCULOS ACEPTADO O RECHAZADOS ✓ Si es aceptado, lo reemplaza por una ficha del color respectivo con su tarjeta de producción almacena el producto, actualiza el kárdex y entrega el vehículo a desensamble. ✓ Si es rechazado, actualiza el control de rechazos por corrida en el kárdex, coloca la tarjeta de movimiento del vehículo vendido, al casillero entre la etapa 3 y el almacén e producto terminado y entrega el producto a desensamble. <u>ENTREGA DE VEHICULOS A CLIENTES</u> ✓ Recibe los pedidos de vehículos del asistente de ventas. ✓ Entrega los productos a los clientes. Actualiza el inventario de producto terminado. ✓ Coloca la tarjeta de producción del vehículo vendido en el casillero respectivo. OPERARIO MOVIMIENTO ALMACEN DE PRODUCTO TEMINADO A ETAPA 1 ✓ Si hay una tarjeta e producción disponible coloca la tarjeta de producción en el contenedor y lo lleva al área de entrada de la etapa 1. (contenedores vacíos) OPERARIO ETAPA 1 ✓ Si tiene disponible contenedores con producto en proceso en el área de entrada de la etapa 1, retira materia prima del almacén e materias primas. ✓ Ensambla las tres primeras piezas del vehículo. Y coloca el producto en el área de salida de la etapa 1. ✓ En el momento en que el contenedor, con partes, esté vacío lo traslada al área de salida de la etapa 2. Llena el contenedor con los productos ya procesados en esta etapa. ✓ Traslada el contenedor al área de entrada de la etapa 2, junto con su tarjeta de producción.	

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
OPERARIO ETAPA 2 ✓ Si tiene disponible contenedores con producto en proceso en el área de entrada de la etapa 2, ensambla las piezas de la tercera fila del vehículo. Y coloca el producto en el área de salida de la etapa 2. ✓ En el momento en que el contenedor, con partes, este vacío lo traslada al área de salida de la etapa 3. Ya ahí, llena el contenedor con los productos procesados en es etapa. ✓ Traslada el contenedor al área de entrada de la etapa 3, junto con su tarjeta de producción. OPERARIO ETAPA 3 ✓ Si tiene disponible contenedores con producto en proceso en el área de entrada de la etapa 3, hace el control de calidad del producto. ✓ Si el producto es aceptado, coloca la cara, empaca, y coloca el producto en el área de salida de la etapa 3. ✓ Si el producto es rechazado. ✓ En el momento en que el contenedor, con partes, esté vacío, lo traslada al área de salida de la etapa 3. Ahí, llena el contenedor con los productos ya procesados en esta etapa. ✓ Traslada el contenedor al almacén de producto terminado, junto con su tarjeta de producción. CONTROL DE TIEMPO ✓ Toma el tiempo de cada corrida (inicio y fin) y da el tiempo a quien se lo solicite OPERARIOS DESENSAMBLE ✓ Proveedores de partes ✓ Desensamblan los productos y entregan las partes al almacén de materias primas y cada estación en sus casillas respectivas. <u>ETAPAS Y ACTIVIDADES A SEGUIR EN EL LABORATORIO</u> <u>PASO 1</u> Selección del gerente y estudiantes que tendrán los roles. <u>PASO 2 CORRIDA No.1:</u> Para entrenamiento. Se ensamblan 20 unidades de los productos	

	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
<u>PASO 3:</u> Generación de demanda o pedidos de vehículos de cada tipo en forma aleatoria. <u>PASO 4 CORRIDA No. 2:</u> Tamaño de contenedor: un vehículo. Carga inicial: dos contenedores de un vehículo por cada color, para un total de 8 contenedores. <u>PASO 5 CORRIDA No. 3:</u> Tamaño de contenedor: dos vehículos. Carga inicial: dos contenedores de dos vehículos por cada color, para un total de 8 contenedores. Se usa la misma demanda del paso anterior. <u>PASO 6 CORRIDA No. 4:</u> Tamaño del contenedor: 4 vehículos. Carga inicial. Dos contenedores de 4 vehículos por cada color, para un total de 8 contenedores. Se usa la misma demanda del paso anterior. <u>PASO 7:</u> Análisis del tamaño del contenedor y del número de contenedores. Se deben decidir los dos aspectos. <u>PASO 8 CORRIDA No.4:</u> Con el tamaño del contenedor y número de contenedores y tarjetas de producción decididos en el paso anterior. Se usa la misma demanda de los pasos anteriores <u>PASO 9:</u> Cálculos y análisis. DISTRIBUCION EN PLANTA DE LA PLANTA DE ENSAMBLE DE VEHICULOS La distribución muestra un proceso con 3 etapas. Un almacén de materia prima y un almacén de producto terminado. Las etapas del proceso incluyen espacios delimitados para el almacenamiento de las partes utilizadas en cada etapa. Se identifican las áreas de entrada y salida de cada etapa, y la ubicación de los casilleros para las tarjetas de producción de movimiento entre etapas del proceso o y/o el almacén de producto terminado y el de materia prima.	

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

6. CUESTIONARIO

- ✚ Reporte analítico de las corridas 4, 5 y 6 (se excluyen corridas de entrenamiento y carga del sistema). Analizar: niveles de producción e inventario demanda, calidad de producto terminado y materia prima, disponibilidad de partes y cumplimiento de pedidos.
- ✚ Efecto del aumento en el número de tarjetas por vehículo. Comparación corridas 4, 5 y 6, sugerencias
- ✚ Efecto de la variabilidad de la demanda de estos sistemas.
- ✚ Importancia de los proveedores de componentes al proceso de producción
- ✚ Importancia de la planeación y control de producción y materiales en estos sistemas. ¿Cómo se controla los inventarios?
- ✚ Realice un resumen y amplíe el tema de la estrategia empujar jalar conwip
- ✚ Realice un informe con las actividades del alumno

8. CONCLUSIONES



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
ECUADOR

LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

7. BIBLIOGRAFIA

http://www.cse.fau.edu/~maria/laccei/Papers/EDU063_Blanco.pdf

<http://www.slideshare.net/ferhino/wip-y-conwip-frente-a-push-pull#btnNext>

CORDOBA BARAHONA GERMAN, 2011 Guía de prácticas de laboratorio para Ingeniería de operaciones. Sello editorial Javeriano

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
--	--

GENERACION DEMANDA

Pedido	Producto solicitado	Cantidad solicitada	Pedido	Producto solicitado	Cantidad solicitada	Pedido	Producto solicitado	Cantidad solicitada
1	V. amarillo	2	13	V. rojo	2	25	V. amarillo	2
2	V. verde	2	14	V. amarillo	2	26	V. verde	2
3	V. azul	2	15	V. amarillo	2	27	V. amarillo	3
4	V. rojo	2	16	V. amarillo	2	28	V. amarillo	2
5	V. amarillo	2	17	V. azul	2	29	V. rojo	2
6	V. azul	2	18	V. amarillo	2	30	V. rojo	2
7	V. rojo	2	19	V. azul	4	31	V. rojo	2
8	V. azul	2	20	V. azul	2	32	V. amarillo	2
9	V. amarillo	2	21	V. azul	3	33	V. verde	2
10	V. amarillo	2	22	V. rojo	2	34	V. azul	3
11	V. azul	2	23	V. azul	2	35	V. amarillo	2
12	V. rojo	2	24	V. amarillo	3			
TOTAL								76
PROMEDIO								2,17142857
DESVIACION ESTÁNDAR								0,45281565

TP3	
PRODUCCION ETAPA 3	
VEHICULO:	ROJO
CONTENEDOR:	

TP2	
PRODUCCION ETAPA 2	
VEHICULO:	ROJO
CONTENEDOR:	

TP1	
VEHICULO:	ROJO
PRODUCCION ETAPA 1	
CONTENEDOR:	

TP3	
PRODUCCION ETAPA 3	
VEHICULO:	ROJO
CONTENEDOR:	

TP2	
PRODUCCION ETAPA 2	
VEHICULO:	ROJO
CONTENEDOR:	

TP1	
VEHICULO:	ROJO
PRODUCCION ETAPA 1	
CONTENEDOR:	

La tarjeta va coloreada y con el tamaño del contenedor (numero de productos por contenedor), la práctica se hace con un tamaño inicial de 1

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR				LABORATORIO DE INGENIERIAS			
				LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL			
KARDEX DE VEHICULOS							
EMPRESA UPS						CORRIDA No.	
LINEA	HORA	PEDIDO SOLO SALIDAS	INVENTARIO INICIAL	ENTRADA	DISPONIBLE	SALIDA	INVENTARIO FINAL
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							
27							
28							
29							
30							
TOTAL							
PROMEDIO							
CONTROL RECHAZOS							
LINEA	HORA		ACUMULADO	LINEA	HORA	ACUMULADO	
1				8			
2				9			
3				10			
4				11			
5				12			
6				13			
				14			

3.7 LOGISTICA

3.7.1 Inventarios

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		LABORATORIO DE INGENIERIAS	
		LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL	
PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
12	120 MIN	INVENTARIOS	LOGISTICA

1. OBJETIVOS

- Aplicar la administración de inventarios para proveer de materiales y suministros a la producción que se vaya desarrollando
- Minimizar el costo de inventarios así como las pérdidas en consecuencia de la caída en desuso de materiales que no se ocupan, stocks deteriorados y pérdidas de ventas al no contar con un nivel adecuado de existencias.

2. METODO

- Se proporciona datos hipotéticos para la realización de cálculos en el laboratorio.

3. EQUIPOS Y MATERIALES

- Libro de apuntes
- Calculadora.

4. MARCO TEORICO

Uno de los principales objetivos de las empresas ya sean manufactureras o comerciales es la producción y venta de sus productos o la compra y distribución de productos terminados, pero para que eso funcione la empresa debe de asegurar un stock suficiente para cubrir la demanda de los productos ya sea que fabrique o que solo distribuya productos ya fabricados, las empresas mantienen inventarios de materias primas y de productos terminados. Los inventarios de materias primas sirven como entradas al proceso de producción y los inventarios de productos terminados sirven para satisfacer la demanda de los clientes.

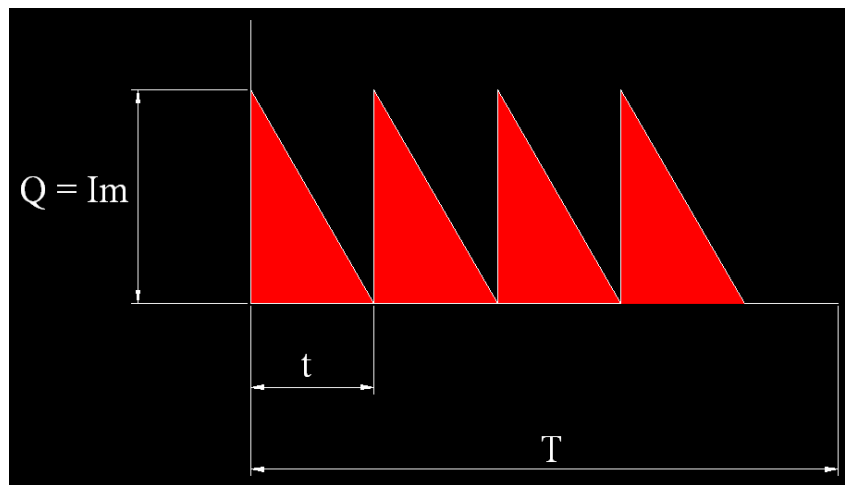
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
Los inventarios representan bastante inversión por parte de los accionistas, una mala planificación significaría grandes pérdidas, ya que si se tiene sobre stock se estaría gastando sin sentido y al contrario si no se tiene suficiente stock se pararía la producción generando numerosas pérdidas. Los modelos de inventario y la descripción matemática de los sistemas de inventario constituyen una base para estas decisiones. Mantener un inventario para su venta o uso futuro es una práctica común en las empresas. Las empresas de venta al menudeo, los mayoristas, los fabricantes inclusive bancos de sangre almacenan bienes o productos. Pero nace la gran interrogante ¿Cómo decide una instalación de este tipo sobre su "política de inventarios", es decir, cuándo y cómo se reabastece? En una empresa pequeña, el administrador puede llevar un recuento de su inventario y tomar estas decisiones. Sin embargo, como esto puede no ser factible incluso en empresas chicas, muchas compañías han ahorrado bienes de producción con tres pasos • Formulan un modelo matemático que describe el comportamiento del sistema de inventarios. • Derivan una política óptima de inventarios con respecto a este modelo. • Con frecuencia, utilizan una computadora para mantener un registro de los niveles de inventario y señalar cuándo conviene reabastecer. <u>MODELO DE INVENTARIO SIN DÉFICIT</u> Este modelo tiene como bases el mantener un inventario sin falta de productos para desarrollar las actividades de cualquier empresa. Este es un modelo de inventarios que se encuentra basado en las siguientes suposiciones: 1. La demanda se efectúa a tasa constante. 2. El reemplazo es instantáneo (la tasa de reemplazo es infinita) 3. Todos los coeficientes de costos son constantes.	



LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

- ✓ En este modelo no se permite la falta de productos para la venta, es decir, una empresa que maneje este modelo de inventario no se puede quedar sin mercancías para la venta.
- ✓ En la siguiente figura se ilustra esquemáticamente este modelo.



Símbolos

Q = Cantidad optima a pedir

Im = Inventario Máximo

t = Periodo entre pedidos

T = Periodo de Planeación

En este modelo se representan iguales el inventario máximo y la cantidad económica pedida. Cabe mencionar que esto no siempre es verdadero porque hay factores imprevistos que varían dicha planificación.

El costo total para un periodo en este modelo está conformado por tres componentes de costo:

- ✓ Costo unitario del producto $C1$
- ✓ Costo de ordenar una compra $C2$
- ✓ Costo de mantener un producto de almacén $C3$

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
El costo para un periodo estará conformado de la siguiente manera: Costo por periodo = [Costo unitario por periodo] + [Costo de ordenar un pedido] + [Costo de mantener el inventario en un periodo] El costo total para el periodo de planeación estará conformado de la manera siguiente: Costo total = Costo por periodo x Numero de pedidos a realizar. Costo unitario por periodo. El costo unitario por periodo simplemente es el costo de la cantidad óptima a pedir. $C_1 Q$ Costo de ordenar una compra. Puesto que solo se realiza una compra en un periodo el costo de ordenar una compra esta definido por: C_2 Costo de mantener el inventario por periodo. El inventario promedio por periodo es $[Q / 2]$. Por consiguiente el costo de mantenimiento del inventario por periodo es: $\frac{Q}{2} C_3 t$ Para determinar el costo en un periodo se cuenta con la siguiente ecuación: $\text{Costo } (Q^*) = C_1 Q + C_2 + C_3 t \frac{Q}{2}$ El tiempo de un periodo se expresa de la siguiente manera: $t = \frac{Q}{D}$ Nota: La demanda del artículo en un periodo de planeación se define con la letra D. El número de periodos se expresa de la manera siguiente: $N = \frac{D}{Q}$	



LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

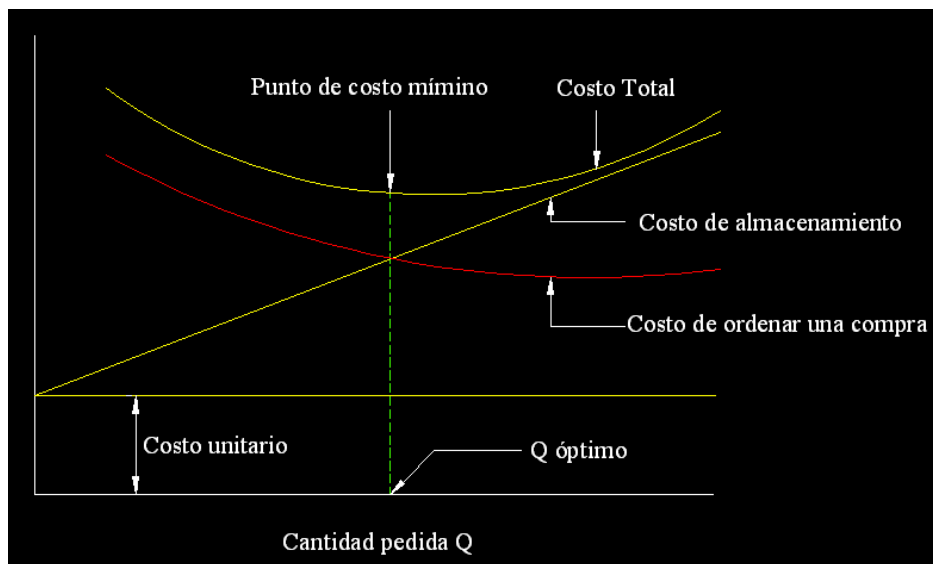
Si se desea determinar el costo total en el periodo de planeación (T) se multiplica el costo de un periodo por el número de interperiodos (t) que contenga el periodo de planeación. Para determinar este costo se aplica la siguiente ecuación:

$$\text{Costo Total} = \text{Costo } (Q^*) t$$

Otra manera de representar el costo total para el periodo de planeación es por medio de la siguiente ecuación:

$$\text{Costo Total} = C_1 D + C_2 \frac{D}{Q} + \frac{Q}{2} C_3$$

Cuando los componentes del costo total se representan gráficamente se obtiene un punto óptimo (de costo mínimo).



Una forma de determinar la cantidad óptima a pedir es suponer diversos valores de Q y sustituir en la ecuación anterior hasta encontrar el punto de costo mínimo. Un procedimiento más sencillo consiste en derivar la ecuación del costo total con respecto a Q e igualar la derivada a cero.

$$\frac{dC}{dQ} = C_1 D + C_2 \frac{D}{Q} + \frac{Q}{2} C_3$$

Al resolver esta derivada tenemos la ecuación para determinar la cantidad óptima a pedir.

$$Q = \sqrt{\frac{2C_2 D}{C_3}}$$

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

Esta ecuación ocasiona un costo mínimo y tiene como base un balance entre los dos costos variables (costo de almacenamiento y costo de compra) incluidos en el modelo. Cualquier otra cantidad pedida ocasiona un costo mayor.

Para entender este modelo se resolverá un ejercicio en donde se aplican todos los aspectos más importantes de este modelo de compra.

EJEMPLO

Una empresa vende un artículo que tiene una demanda de 18, 000 unidades por año, su costo de almacenamiento por unidad es de \$ 1.20 por año y el costo de ordenar una compra es de \$ 400.00. El costo unitario del artículo es \$ 1.00. No se permite faltante de unidades y su tasa de reemplazo es instantánea. Determinar:

- ✓ La cantidad óptima pedida
- ✓ El costo total por año
- ✓ El número de pedidos por año

Datos

$$C_1 = \$ 1.00$$

$$C_2 = \$ 400.00$$

$$C_3 = \$ 1.20$$

CANTIDAD ÓPTIMA

$$Q = \sqrt{\frac{(2)(400)(18000)}{1.20}} = 3\,465 \text{ Unidades}$$

COSTO TOTAL

$$\text{Costo} = [(1)(18000)] + [(400)(18000/3465)] + [(1.2)(3465/2)]$$

$$\text{Costo} = \$ 22,156 \text{ por año}$$

NUMERO DE PEDIDOS POR AÑO

$$N = D / Q = 18\,000 / 3465 = 5.2 \text{ Pedidos por año}$$



LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

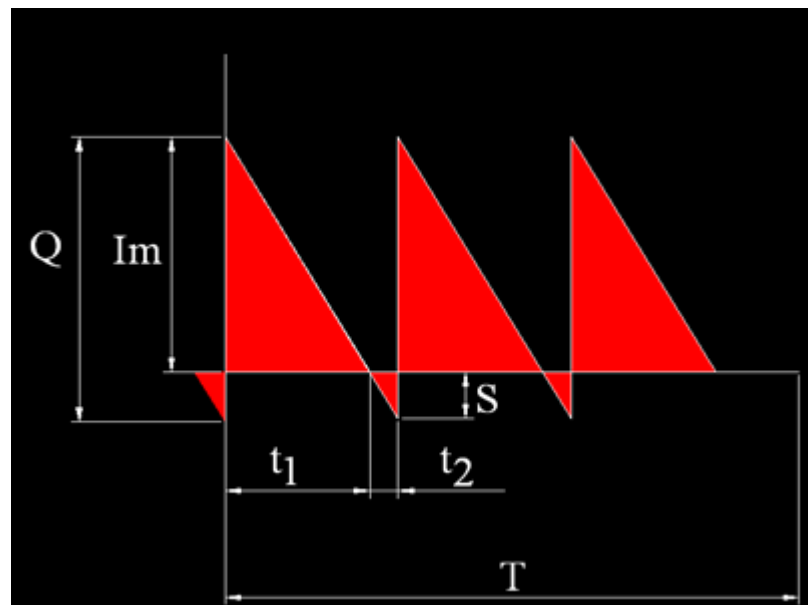
MODELO DE INVENTARIO CON DÉFICIT

El modelo de compra que permite déficit tiene como base las siguientes suposiciones:

- ✓ La demanda se efectúa a tasa constante
- ✓ El reemplazo es instantáneo (la tasa de reemplazo es infinita)
- ✓ Todos los coeficientes de costos son constantes

Este modelo tiene costos normales (costo unitario del producto, costo de ordenar una compra, costo de mantener en inventario) pero además tiene un costo adicional, el costo por unidad de faltante.

En este modelo es posible diferir un pedido, de manera que una vez recibida la cantidad pedida desaparece el déficit, esto se representa claramente en el siguiente esquema.



Símbolos

Q = Cantidad optima a pedir

S = Cantidad de unidades agotadas

Im = Inventario Máximo

t = Periodo entre pedidos

T = Periodo de Planeación

t_1 = Tiempo en donde se cuenta con inventario

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

t_2 = Tiempo en donde se cuentan con unidades agotadas.

Por consiguiente, en este modelo, los costos de déficit son ocasionados por agotamiento de existencias durante el periodo de tiempo y no por la pérdida de ventas.

En este modelo se incluyen los costos de déficit para determinar el costo para un periodo.

Costo por periodo = [Costo unitario por periodo] + [Costo de ordenar un pedido] + [Costo de mantener el inventario en un periodo] + [costo de déficit por periodo]

El costo unitario y el costo de ordenar un pedido se determinan de una manera semejante a como se determinan en el modelo de compra sin faltante.

Para determinar el tiempo t_1 , el inventario máximo y el tiempo t_2 en función de la cantidad óptima a pedir (Q) y la cantidad de existencias agotadas (S) tenemos las siguientes fórmulas

INVENTARIO MAXIMO

$$I_m = Q - S$$

CANTIDAD ÓPTIMA A PEDIR

$$Q = \sqrt{\frac{2C_2D}{C_3}} \sqrt{\frac{C_3 + C_4}{C_4}}$$

COSTO TOTAL

$$S = \sqrt{\frac{2C_2D}{C_4}} \sqrt{\frac{C_3}{C_3 + C_4}}$$

EJEMPLO

Una empresa vende un artículo que tiene una demanda de 18, 000 unidades por año, su costo de almacenamiento por unidad es de \$ 1.20 por año y el costo de ordenar una compra es de \$ 400.00. El costo unitario del artículo es \$ 1.00. El costo por unidad de faltante es de \$ 5.00 por año. Determinar:

- ✓ Cantidad óptima pedido
- ✓ El costo total por año
- ✓ El número de pedidos por año

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

Datos

$$C_1 = \$ 1.00$$

$$C_2 = \$ 400.00$$

$$C_3 = \$ 1.20$$

$$C_4 = \$ 5.00$$

CANTIDAD ÓPTIMA A PEDIR

$$Q = \sqrt{\frac{(2)(400)(18000)}{1.20}} \sqrt{\frac{1.20 + 5}{5}} = 3\,465 \text{ Unidades}$$

COSTO TOTAL

$$S = \sqrt{\frac{(2)(400)(18000)}{5}} \sqrt{\frac{1.20}{1.20 + 5}} = 747 \text{ Unidades}$$

$$\text{CostoTotal} = (1)(18000) + 400 \frac{18000}{3860} + 1.2 \frac{(3860 - 747)^2}{2(3860)} + 5 \frac{(747)^2}{2(3860)}$$

NÚMERO DE PEDIDOS POR AÑO

$$N = \frac{18000}{3860} = 4.66$$

El tiempo entre pedidos es

$$t = \frac{3860}{18000} = 0.215$$

MODELO DE PRODUCCIÓN SIN DÉFICIT

Las suposiciones de este modelo son las siguientes.

- ✓ La demanda se efectúa a tasa constante
- ✓ El reemplazo es instantáneo (la tasa de reemplazo es finita)
- ✓ Todos los coeficientes de costos son constantes
- ✓ La tasa de manufactura es mayor que la tasa de demanda.



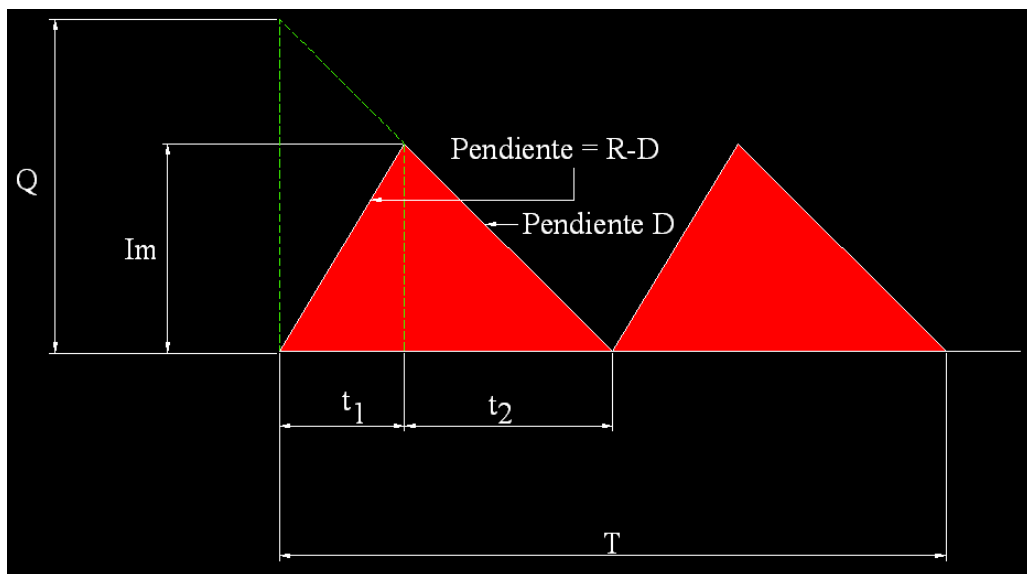
LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

Este modelo es muy similar al modelo de compra sin déficit. En este modelo cambia el costo de ordenar una compra por el costo de iniciar una tanda de producción (C_2).

Para determinar la cantidad optima a pedir, se sigue el procedimiento del modelo de compra sin déficit.

En el siguiente esquema se representa este modelo.



Q = Cantidad optima a producir

R = Tasa de manufacturación

Im = Inventario Máximo

t = Periodo entre tandas de producción

T = Periodo de Planeación

t_1 = Tiempo en donde se cuenta con inventario disponible

t_2 = Tiempo en donde no se cuenta con inventario

El costo de organizar una tanda por periodo estará determinado por

$$\text{Costo } (Q^*) = C_1Q + C_2 + C_3(t_1 + t_2) \frac{Im}{2}$$

El tiempo entre tandas de producción estará definido por

$$t_1 + t_2 = \frac{Q}{D}$$

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

Puesto que las unidades se utilizan de acuerdo a su definición el inventario máximo por periodo es el tiempo de manufacturación t_1 multiplicado por la tasa de acumulación, en donde la tasa de acumulación es la tasa manufacturación R menos la tasa de demanda D , obteniendo como resultado:

$$I_m = t_1(R - D)$$

El tiempo de manufacturación es el tiempo requerido para fabricar Q unidades:

$$t_1 = \frac{Q}{R}$$

Por consiguiente el inventario máximo estará definido por:

$$I_m = \frac{Q}{R}(R - D) = Q\left(1 - \frac{D}{R}\right)$$

Para determinar el costo total por el periodo de planeación se procederá a multiplicar el costo por periodo por el número de tandas de producción.

$$\text{Costo Total} = C_1D + C_2 \frac{D}{Q} + C_3 \frac{Q}{2} \left(1 - \frac{D}{R}\right)$$

En donde el valor de Q se puede obtener mediante la siguiente ecuación:

$$Q = \sqrt{\frac{2C_2D}{C_3(1 - D/R)}}$$

Esta cantidad óptima que debe fabricarse representa un balance entre los costos de almacenamiento y los costos de organización de una tanda de producción.

Para entender este modelo se resolverá un ejercicio en donde se aplican todos los aspectos más importantes de este modelo de manufacturación.

EJERCICIO

La demanda de un artículo de una determinada compañía es de 18, 000 unidades por año y la compañía puede producir ese artículo a una tasa de 3 000 unidades por mes, El costo de organizar una tanda de producción es \$ 500.00 y el costo de almacenamiento de una unidad es de \$ 0.15 por mes. Determinar la cantidad óptima que debe de manufacturarse y el costo total por año suponiendo que el costo de una unidad es de \$ 2.00,

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

$$Q = \sqrt{\frac{2(500)(18000)}{(0.15)(12)(1 - 18000 / 3000 (12))}} = 4\,470 \text{ Unidades}$$

COSTO TOTAL ANUAL

$$\text{Costo Total} = 2(18000) + 500 \frac{18000}{4470} + (0.15)(12) \frac{4470}{2} \left(1 - \frac{18000}{12(3000)}\right)$$

$$= \$ 40,026$$

INVENTARIO MÁXIMO:

$$I_m = 4470 \left(1 - \frac{18000}{12(3000)}\right) = 2\,235 \text{ Unidades}$$

5. DESARROLLO

La compañía UPS S.A se dedica a la fabricación de neumáticos teniendo las siguientes características de producción

- ✓ Ventas promedio anuales: 5500 neumáticos
- ✓ Costo de ordenar: \$ 41/ orden
- ✓ Costo de inventario: 24% al año
- ✓ Costo del artículo: \$ 81/ neumático
- ✓ Tiempo de entrega: 4 días
- ✓ Días hábiles por año: 250
- ✓ Desviación estándar de la demanda diaria: 18 neumáticos

Se pide:

1. Calcular el lote económico y la cantidad de pedidos por año.
2. Para un sistema Q de control de inventarios, calcular el inventario de Seguridad requerida para niveles de servicio de: 85, 90, 95, 97 y 99 %.
3. Calcular la rotación anual del inventario, como una función del nivel de



LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

6. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

1. Tema.
2. Objetivos.
3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
4. Procedimiento de la práctica.
5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
6. Análisis de resultados.
7. Conclusiones.
8. Bibliografía.
9. Anexos (Cuestionario resuelto).

7. BIBLIOGRAFIA

CORDOBA BARAHONA GERMAN, 2011 Guía de prácticas de laboratorio para Ingeniería de operaciones. Sello editorial Javeriano
<http://ingenierosindustriales.jimdo.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/administraci%C3%B3n-de-inventarios/>
<http://guias.blogspot.es/1185208560/>

8. CONCLUSIONES

3.7.2 Distribución en planta

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		LABORATORIO DE INGENIERIAS	
		LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL	
PRACTICA Nº	TIEMPO ESTIMADO	TEMA	ASIGNATURA
13	120 MIN	DISTRIBUCION EN PLANTA	LOGISTICA

1. OBJETIVOS

- Hacer un plan de distribución
- Identificar una distribución en planta
- Mejorar una distribución en planta existente

2. METODO

- Se proporciona datos hipotéticos para la realización de cálculos en el laboratorio.

3. EQUIPOS Y MATERIALES

- Se puede realizar esta práctica tanto en un libro de apuntes o a su vez en la computadora utilizando un software de aplicación en distribución en planta

4. MARCO TEORICO

Entendemos por distribución en planta la disposición física de los equipos e instalaciones industriales. Esta disposición, sea instalada o en proyecto, incluye los espacios necesarios para el movimiento el material y su almacenamiento, de la mano de obra indirecta y todas la demás actividades auxiliares o de servicios, así como el equipo de producción y su personal

El término distribución en planta significa en algunos casos la disposición existente, otras veces el nuevo plan propuesto de distribución en planta puede ser una instalación existente, o un proyecto o una tarea.

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
Quien planifique al hacer la distribución se centrará en ciertos objetivos generales que serán • Integración: una integración de todos los factores que afectan a la distribución. • Utilización: una efectiva utilización de la maquinaria, personas y espacio de la fábrica • Expansión: facilidad de ampliación • Flexibilidad: facilidad para una nueva ordenación. • Versatilidad: adaptabilidad real a los cambios en el diseño del producto exigencias de venta y mejoras del proceso. • Regularidad: una división regular o correcta de las áreas e incluso de las dimensiones relativas de las áreas, especialmente cuando están separadas por paredes de edificios, pisos, pasillos principales etc. • Proximidad: una distancia mínima para el movimiento de materiales, servicios auxiliares y personal. • Orden: una secuencia lógica del flujo de trabajo y zonas de trabajo limpias con equipos convenientes para basuras y desperdicios • Conveniencia: para todos los empleados, tanto en las operaciones diarias como en las periódicas. • Satisfacción y seguridad para todo el personal. Antes de tomar decisiones sobre la distribución en planta es conveniente responder a cuatro preguntas: ¿QUÉ CENTROS DEBERÁN INCLUIRSE EN LA DISTRIBUCIÓN? Los centros deberán reflejar las decisiones del proceso y maximizar la productividad. Por ejemplo, un área central de almacenamiento de herramientas es más eficaz para ciertos procesos, pero guardar las herramientas en cada una de las estaciones de trabajo resulta más sensato para otros procesos.	

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
¿CUÁNTO ESPACIO Y CAPACIDAD NECESITA CADA CENTRO? Cuando el espacio es insuficiente, es posible que se reduzca la productividad, se prive a los empleados de un espacio propio e incluso se generen riesgos para la salud y seguridad. Sin embargo, el espacio excesivo es costoso, puede reducir la productividad y provoca un aislamiento innecesario de los empleados. ¿CÓMO SE DEBE CONFIGURAR EL ESPACIO DE CADA CENTRO? La cantidad de espacio, su forma y los elementos que integran un centro de trabajo están relacionados entre sí. Por ejemplo, la colocación de un escritorio y una silla en relación con otros muebles está determinada tanto por el tamaño y la forma de la oficina, como por las actividades que en ella se desarrollan. La meta de proveer un ambiente agradable se debe considerar también como parte de las decisiones sobre la configuración de la distribución, sobre todo en establecimientos de comercio al detalle y en oficinas. ¿DÓNDE DEBE LOCALIZARSE CADA CENTRO? La localización puede afectar notablemente la productividad. Por ejemplo, los empleados que deben interactuar con frecuencia unos con otros en forma personal, deben trabajar en una ubicación central, y no en lugares separados y distantes, pues de ese modo se reduce la pérdida de tiempo que implicaría el hecho de obligarlos a desplazarse de un lado a otro. FACTORES INFLUYENTES EN LA SELECCIÓN DE LA DISTRIBUCION EN PLANTA <u>MATERIALES</u>: tamaño, forma, volumen, propiedades físicas, químicas <u>MAQUINARIA</u>: tipología, cantidad, utillaje, espacio y forma, riesgos, necesidad de un servicio auxiliar. <u>MANO DE OBRA</u>: condición de seguridad/ambientales, cualificación, flexibilidad, cantidad, factores psicológicos-personales de acogida a la distribución. <u>MOVIMIENTO</u>: Entradas y salidas de materiales, movimientos de máquinas, materiales, personal. <u>ESPERAS</u>: Minimizar las esperas en flujo de circulación, espacio requerido, equipos de almacenamiento.	

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
<u>SERVICIOS AUXILIARES:</u> Personal, material, maquinaria. <u>EDIFICIO:</u> forma, planta, número de pisos, puertas y ventanas, instalaciones, escaleras y montacargas, resistencia y estructura. <u>CAMBIO:</u> Prever variaciones de capacidad y estructurales, buscar soluciones flexibles realistas. Algunos de los síntomas que ponen de manifiesto la necesidad de recurrir a la redistribución de una planta productiva son: ✓ Congestión y deficiente utilización del espacio. ✓ Acumulación excesiva de materiales en proceso. ✓ Excesivas distancias a recorrer en el flujo de trabajo. ✓ Simultaneidad de cuellos de botella y ociosidad en centros de trabajo. ✓ Trabajadores cualificados realizando demasiadas operaciones poco complejas. ✓ Ansiedad y malestar de la mano de obra. Accidentes laborales. ✓ Dificultad de control de las operaciones y del personal. OBJETIVOS DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA ✓ Disminución de la congestión. ✓ Supresión de áreas ocupadas innecesariamente. ✓ Reducción del trabajo administrativo e indirecto. ✓ Mejora de la supervisión y el control. ✓ Mayor facilidad de ajuste a los cambios de condiciones. ✓ Mayor y mejor utilización de la mano de obra, la maquinaria y los servicios. ✓ Reducción de las manutenciones y del material en proceso. La producción es resultado obtenido de un conjunto de hombres, materiales y maquinaria actuando bajo alguna forma de dirección. Los hombres trabajan sobre cierta clase de material con ayuda de la maquinaria. Cambian la forma o característica del material, o le añaden otros materiales distintos, para convertirlo en un producto. Fundamentalmente existen 7 modos de relacionar los tres elementos de producción.	

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

Elemento movido	Descripción	Ejemplo
Movimiento de Material	Probablemente el elemento más comúnmente movido el material de mueve de un lugar de trabajo a otro, de una operación a la siguiente	Planta de embotellad, taller mecánico, refinería de petróleo
Movimiento del hombre	Los operarios se mueven de un lugar de trabajo al siguiente, llevando a cabo las operaciones necesarias sobre cada pieza de material. Esto raramente ocurre sin que los hombres lleven consigo maquinaria	Estíbo de material en almacén, mezcla de material en hornos.
Movimiento de maquinaria	El trabajador mueve diversas herramientas o máquinas dentro de un área de trabajo para actuar sobre una pieza grande	Maquina de soldar portátil.
Movimiento de material y de hombres	el trabajador se mueve con el material llevando a cabo una cierta operación en cada máquina o lugar	Fabricación de utillaje, instalación de piezas especiales en una

Elemento movido	Descripción	Ejemplo
Movimiento de material y de maquinarias	Los materiales y la maquinaria o herramientas van hacia los hombres que llevan acabo la operación. Raramete práctico, excepo en lugares de trabajo individuales.	Herramientas y equipo moviéndose con el material a través de una serie de operaciones de
Movimiento de hombres y de maquinaria	Los trabajadores se mueven con las herramientas y equipo generalmente alrededor de una gran pieza fija	Pavimentación de una autopista
Movimiento de materiales, hombre y maquinaria	Generalmente es demasiado caro e innecesario el mover a los tres	Ciertos tipos de trabajo de montaje, en los que las herramientas y materiales son de pequeño trabajo



LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

TIPOS DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA.

Ninguna fabrica o empresa de servicios es igual en sus procesos, se pueden asemejar pero no puede ser totalmente iguales, cada una tiene sus necesidades sus productos, de este criterio se puede uno dar cuenta de la necesidad de tener varios conceptos de distribución en función de su proceso productivo, de acuerdo a esto se puede decir que existen tres tipos de distribuciones de planta que son estas:

DISTRIBUCION POR POSICION FIJA: permaneciendo el material en situación invariable, se trata de una distribución en la que el material o el componente en lugar fijo; todas las herramientas, maquinaria, hombres y otras piezas del material concurren a ella, el producto se ejecuta con el componente principal estacionado en una misma posición



Elaboración en posición fija: un soplador de vidrio elaborando un producto partiendo de vidrio reblandecido

DISTRIBUCION POR PROCESO: o llamado también distribución por función. En ella todas las operaciones del mismo proceso o tipo de proceso están agrupadas. Toda la soldadura está en un área, todos los taladros en otra, las operaciones similares y el equipo están agrupados de acuerdo con el proceso o función que llevan a cabo. Como ejemplo podemos citar una alfarería ya que su distribución en planta podría dividirse en varias por ejemplo formación a mano, moldeo, barnizado, cocción, decorado



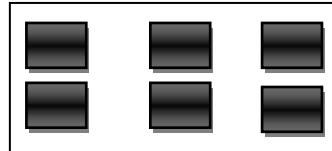
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
ECUADOR

LABORATORIO DE INGENIERIAS

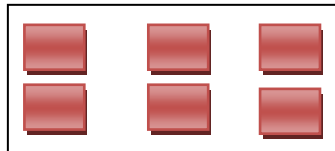
LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

DISTRIBUCION EN PLANTA DE UNA ALFARERIA

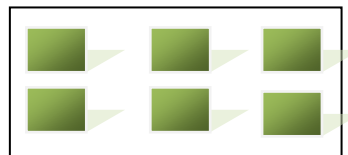
BARNIZADO



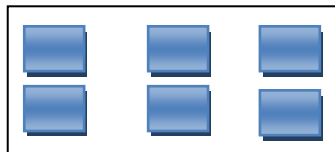
FORMACION A MANO



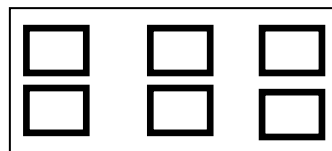
COCCION



MOLDEO



DECORADO



En cada una de estas secciones el trabajo de dar forma se lleva a cabo en un área, el trabajo de moldeo en otra, cada función o proceso tiene su propia área

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

DISTRIBUCION POR CADENA: también llamado en línea o producto. En ésta, un producto se realiza en un área, pero al contrario de la distribución fija, el material está en movimiento. Esta distribución dispone cada operación inmediatamente al lado siguiente. Es decir, que cualquier equipo maquinaria usado para conseguir el producto, sea cual sea el proceso que lleve a cabo, está ordenado de acuerdo con la secuencia de las operaciones. Se trata de la bien conocida producción en línea o en cadena

Cuando combinamos estos tres tipos de distribución con las tres clases de operaciones de producción (elaboración, tratamiento y montaje), logramos un total de nueve posibilidades. En realidad, como elaboración y tratamiento son similares las consideramos juntas; esto nos da seis clases de distribución en planta, una vez comprendida la naturaleza de cada tipo de distribución, deberemos conocer las principales ventajas de los mismos. En los procesos de elaboración o tratamiento, la maquinaria usualmente juega un papel importante, no se mueve con facilidad, por lo que se tiende a llevar el material junto a las máquinas. Solamente en los casos que exista una o pocas piezas a fabricar y donde la maquinaria consista en pocas herramientas y utillajes, estando el obrero altamente entrenado, hallaremos distribuciones por posición fija en los procesos de elaboración y tratamiento.

5. DESARROLLO

La compañía X fabrica toda una serie de armarios de chapa metálica, recipientes y mobiliario metálico para cocina. Existe una amplia variedad de tamaños, modelos y tipos. La compañía acepta también contratos para trabajar con otros fabricantes. En un año, la compañía producirá alrededor de cincuenta artículos diferentes, muchos de los cuales tendrán diferentes tamaños, formas y colores. El artículo de mayor tamaño es un armario estándar del cual la compañía produce unos diez mil por año. Otros artículos presentan una producción de solo un centenar de ejemplares por pedido o año.

La presente distribución de la planta es confusa e insuficiente. Opera en dos viejos edificios, en un área de la ciudad vieja y superpoblada.

Las operaciones de elaboración, sub-montaje y acabado se realizan casi estrictamente por lotes, con una distribución por proceso.



LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

La compañía ha realizado experiencias con una instalación de cintas transportadoras para lavado-pintado-cocido. También ha instalado, para algunas de sus producciones, una línea de montaje final con cinta transportadora. La compañía está convencida de que esta es la solución adecuada para muchos de sus productos pero sabe que, de todos modos, precisará todavía de una planta de montaje en posición fija, para muchos otros. La variedad y voluntad de los artículos parece plantear un verdadero problema.

No obstante, el director general y el jefe de planta tiene impresión de que pueden obtener una distribución mucho mejor. La compañía ha comprado unos terrenos en las afueras de la ciudad y proyecta instalar una nueva planta en ellos. Están convencidos de que se puede obtener una buena circulación de material combinando los pedidos, lanzándose a fabricar lotes de unos pocos artículos a la vez, y asignando (en forma de programa) ciertos tipos o artículos a ciertos elementos de maquinaria y equipo, hasta el punto de que prácticamente, todas las piezas sigan la misma secuencia general de operaciones.

La secuencia básica de operaciones con el equipo que se ha pensado en usar, es el siguiente:

SECUENCIA DE OPERACIONES	EQUIPO
1. Cortar a la longitud deseada	Cizallas
2. Cortar a la anchura deseada	Cizallas
3-10. Cortar forma, trazar, punzonar, doblar, estampar, taladrar, plegar, pulir.	Prensas
11-15. Soldar por puntos, remachar, realizar sub-montaje.	Maquinas de soldar, remachadoras y otras maquinas de sujeción
16. Lavar	Tanques y lavadores por rociado
17. Pintar	Pulverizadores, tanques de inmersión
18. Cocer	Horno
19. Efectuar montaje final	Líneas transportadoras flexibles utillajes en posición fija
20. Verificar, almacenar y expedir	

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	LABORATORIO DE INGENIERIAS
	LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
El nuevo emplazamiento está localizado al lado de un apartadero de ferrocarril, y la compañía proyecta usarlo para la recepción de la chapa de acero. Se usara tanto la expedición por ferrocarril como por camión. PROBLEMA: Considerar los inconvenientes de la compañía y esbozar un plan general de distribución de conjunto que pueda responder a las necesidades de esta compañía. Demostrar, marcándolo en el plano, el lugar donde se realizan las diversas operaciones, e indicar el flujo general de los materiales.	

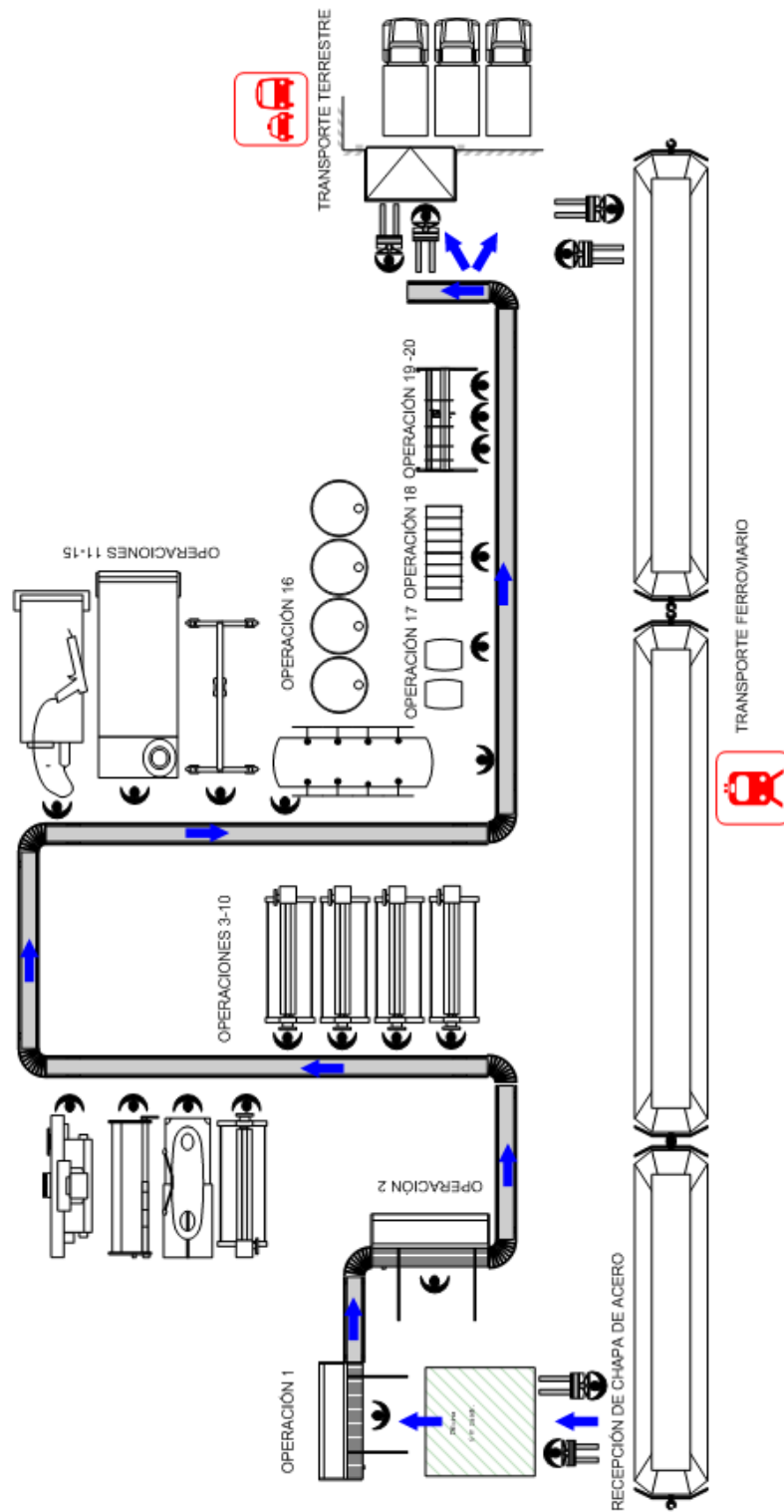


UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
ECUADOR

LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

DISTRIBUCIÓN PLANTA COMPAÑÍA X





UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
ECUADOR

LABORATORIO DE INGENIERIAS

LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

6. ACTIVIDADES DEL ALUMNO

El informe que a entregarse debe contener la siguiente estructura base.

1. Tema.
2. Objetivos.
3. Marco teórico. (un máx. de 3 planas)
4. Procedimiento de la práctica.
5. Cálculos / Gráficas/ Esquemas.
6. Análisis de resultados.
7. Conclusiones.
8. Bibliografía.
9. Anexos (Cuestionario resuelto).

7. BIBLIOGRAFIA

RICHARD MUTHER, 2003 Distribución en planta. Editorial Hispano Europea S.A

Pedro R. Mondelo Enrique Gregori - Pedro Barrau, 1994 Ergonomía 1 Fundamentos, Ediciones UPC

<http://personales.upv.es/jpgarcia/LinkedDocuments/4%20Distribucion%20en%20planta.pdf>

<http://webdelprofesor.ula.ve/economia/gsfra/Asignaturas/ProduccionI/DISTRIBUCIONdePLANT1.pdf>

8. CONCLUSIONES

CAPÍTULO IV

DISTRIBUCION EN LABORATORIO

4.1 DISTRIBUCION DEL LABORATORIO

La distribución del laboratorio se divide en los puestos de trabajo que se va a tener en el aula, en los puestos por parejas contará con cámara que complementarán el estudio de tiempos y movimientos, cada una estará equipada con una computadora, deberá tener iluminación móvil para los ejercicios prácticos correspondientes a iluminación, el cuarto contará con cabinas de experimentación, cada mesa deberá tener contenedores con piezas tipo LEGO para el ensamblaje de piezas y partes de los ejercicios propuestos.

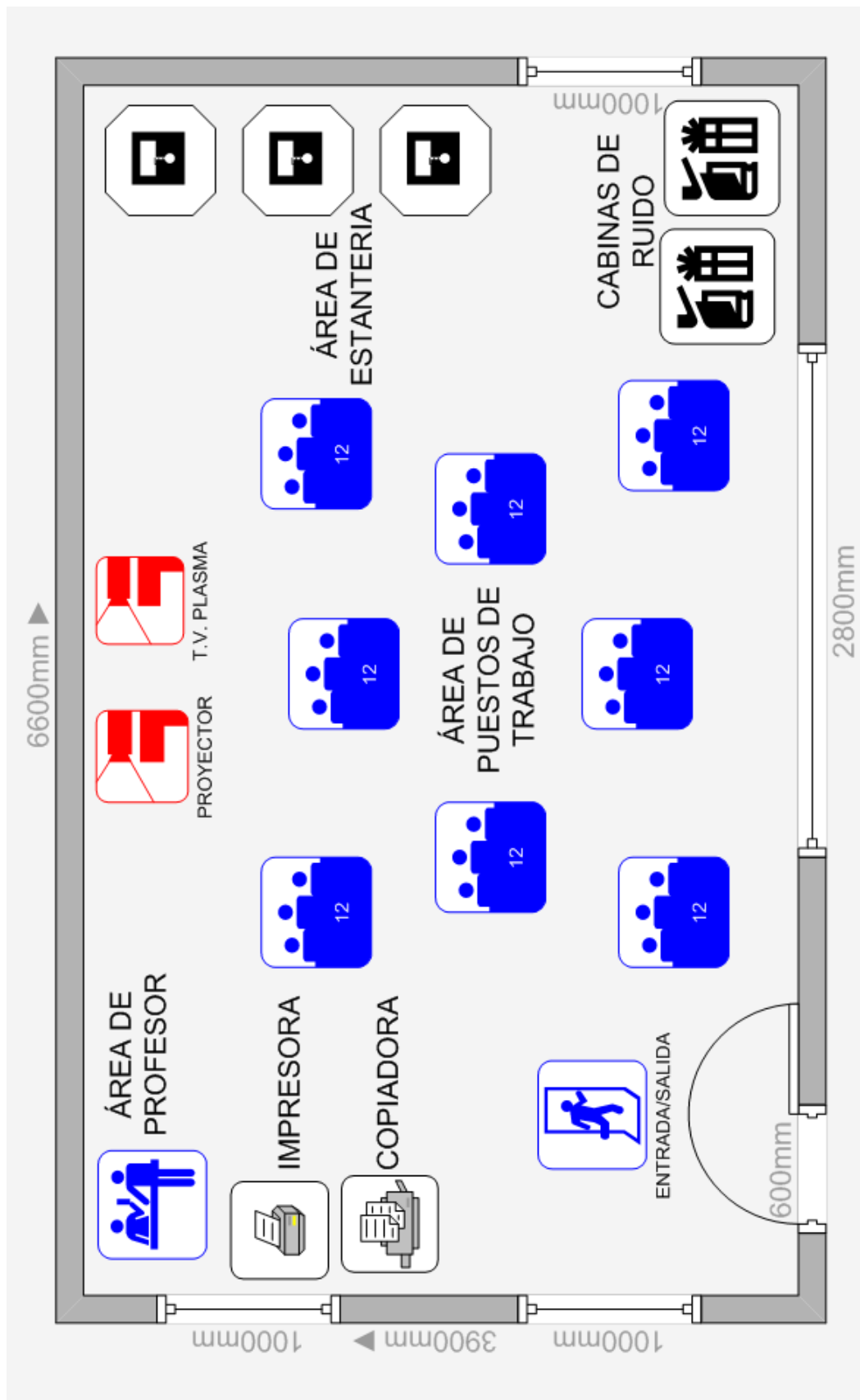
4.1.1 DISTRIBUCION EN PUESTOS DE TRABAJO

La distribución de los puestos de trabajo es en base al área de un aula disponible en la Universidad Politécnica Salesiana con los siguientes elementos

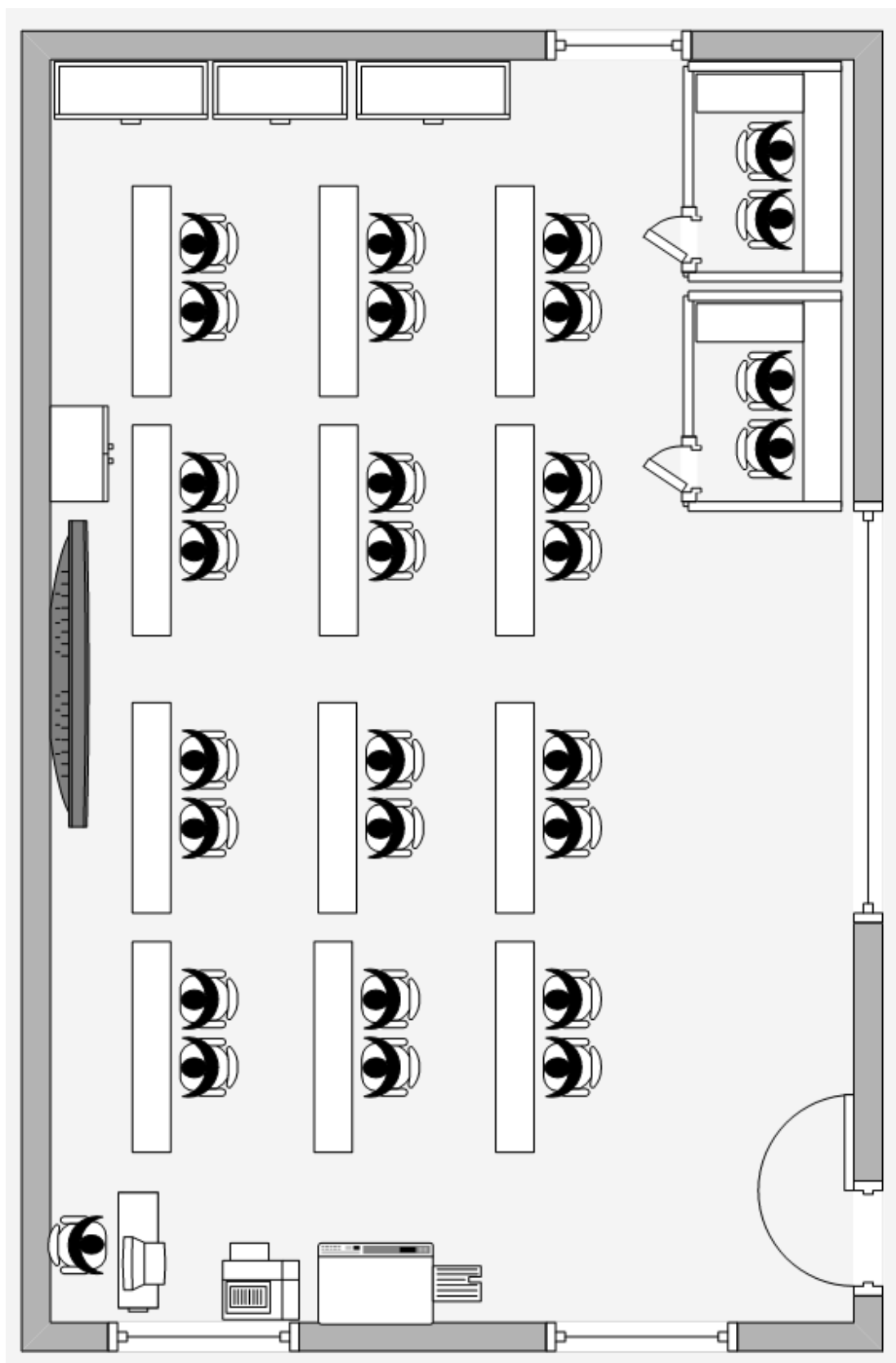
- Televisor LED de última tecnología, buen contraste para que todos puedan apreciar, posee conexión wifi para conectarse a la red de internet, poder ver trabajos desde cualquier computador en tiempo real etc.
- 2 cabinas experimentales aisladas del ruido para hacer mediciones de ruido, tiempos y movimientos etc.
- Impresora laser.
- copiadora
- 12 puestos de trabajo en el cual estarán dos alumnos por cada puesto
- 3 estanterías con seguridad para guardar los respectivos implementos de utilización del laboratorio.
- 1 proyector auxiliar
- 1 reproductor bluray

Cabe recalcar que se puede hacer prácticas en bandas transportadoras, y el taller de automatización si posee estas herramientas que en un futuro sería de buena aplicación para la carrera de Ingeniería industrial.

4.1.2 ESQUEMA DE LA DISTRIBUCION EN PLANTA DEL LABORATORIO

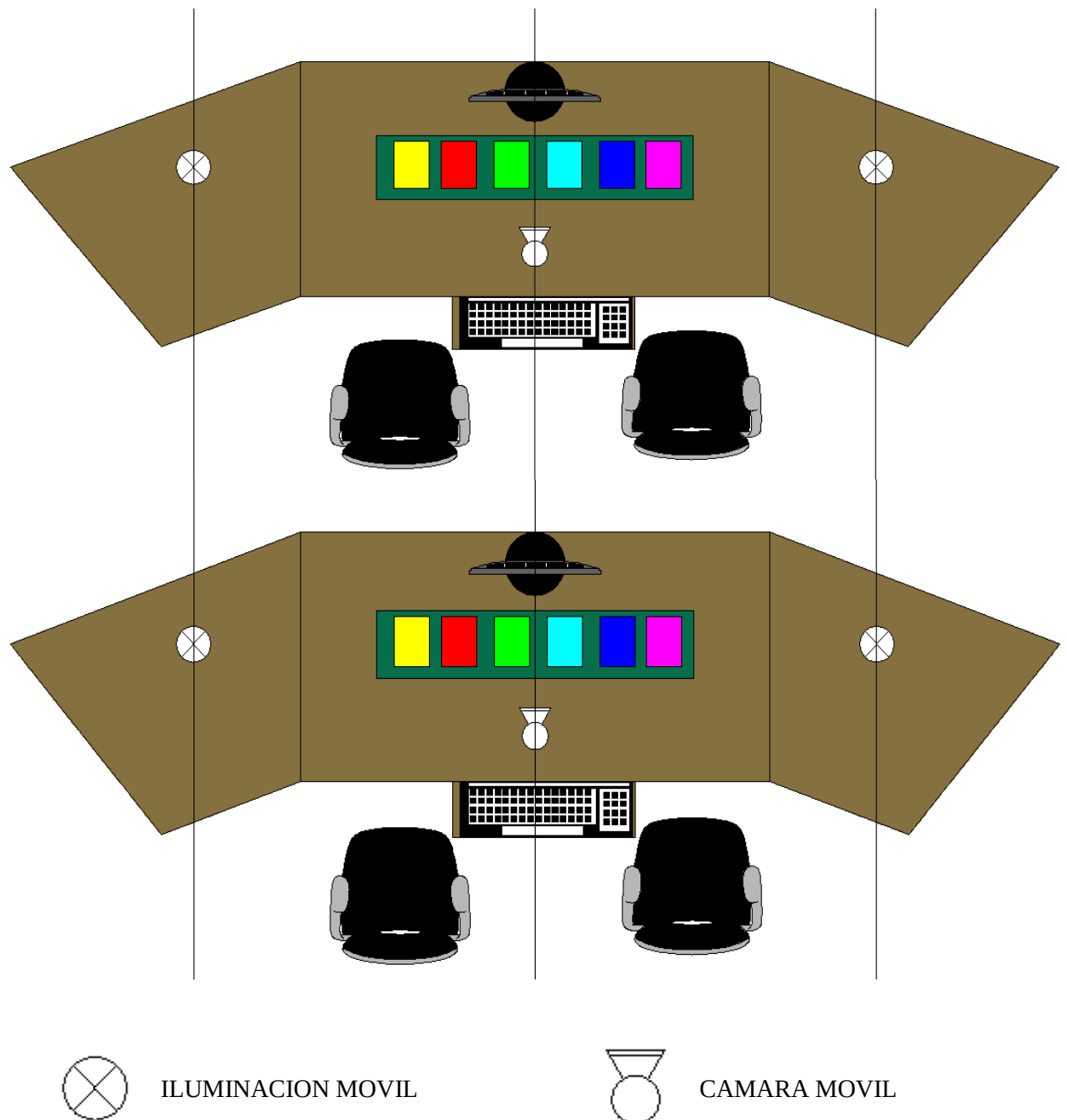


4.1.3 DISTRIBUCION DE PUESTOS DE TRABAJO

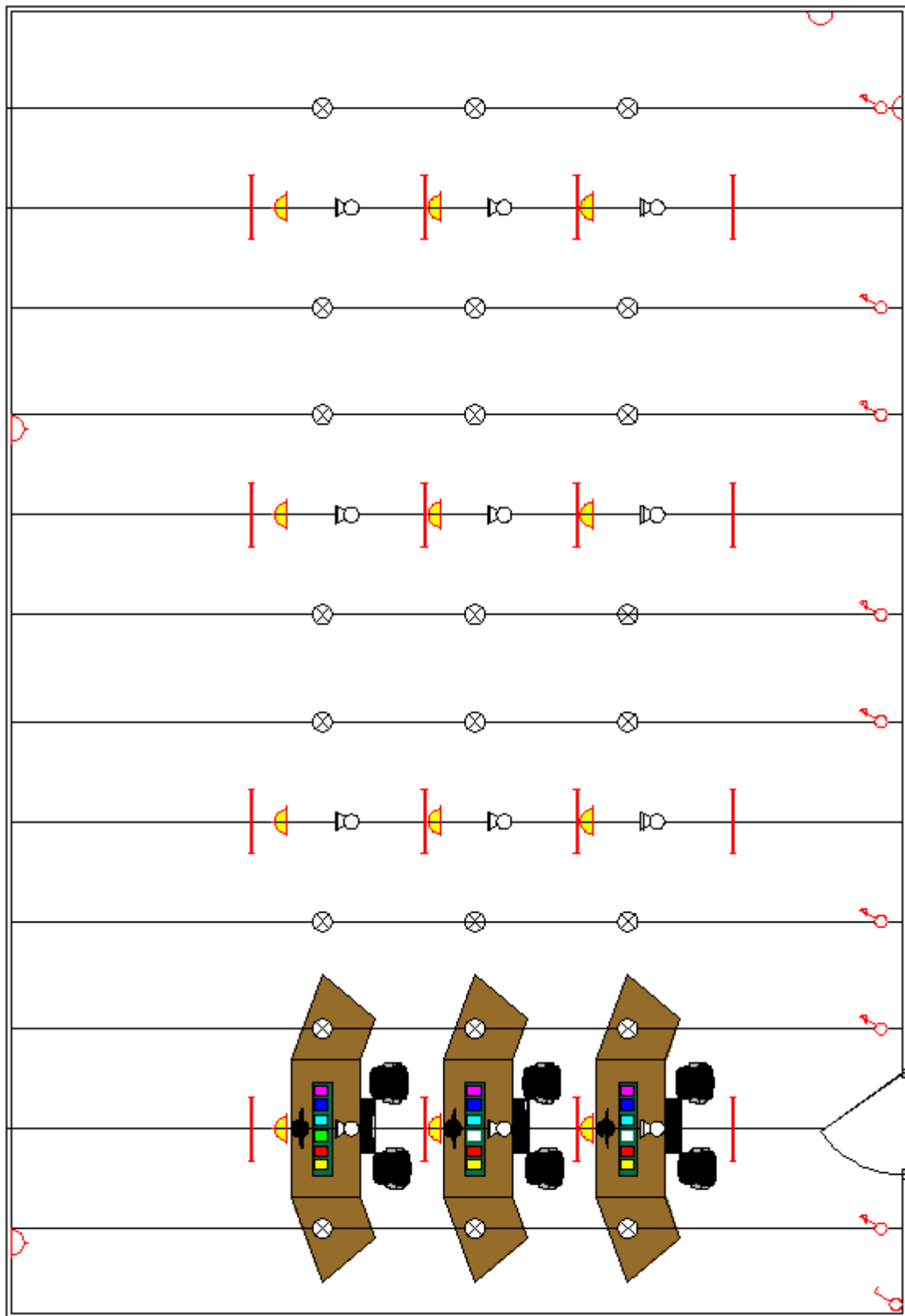


4.1.4 PUESTOS DE TRABAJO

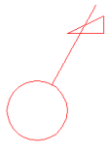
Los puestos de trabajo están conformados por cámaras e iluminación móviles para los ejercicios de métodos y tiempo así como iluminación. Sobre la mesa se puede montar y desmontar la base donde esta los contenedores de las piezas LEGO para la toma de movimientos, el teclado es retráctil. Es recomendable una altura de 60 cm de la mesa, y el tablero una inclinación de 15 grados.



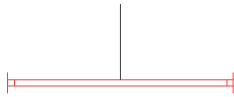
4.1.5 PLANO ELECTRICO



4.1.5 SIMBOLOGIA



Interruptor regulador



Lámpara



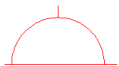
Interruptor simple



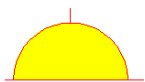
Cámara de video



Iluminación móvil



Tomacorrientes pared



Tomacorrientes Pared

CAPÍTULO V

COSTOS

5.1 ADECUACIONES AL AULA

ADECUACIONES AL AULA			
Descripción	Área(m2)	Precio Unitario	Total
Modificación de Aula	64	\$ 200,00	\$ 12.800,00
Instalaciones eléctricas	1	\$ 1.779,00	\$ 1.779,00
Subtotal			
Imprevistos	10%		\$ 1.457,00
Total			\$16.036,00

5.2 INSTALACIONES ELECTRICAS

INSTALACIONES ELECTRICAS			
Descripción	Costo Unitario	Cantidad	Total
Punto de toma corriente pared	\$ 18,00	\$ 5,00	\$ 90,00
Punto de toma corriente piso	\$ 20,00	\$ 12,00	\$ 240,00
Punto de T.V	\$ 25,00	\$ 1,00	\$ 25,00
Punto de Iluminación Fija	\$ 14,00	\$ 16,00	\$ 224,00
Camaras	\$ 450,00	\$ 12,00	\$ 5.400,00
Punto de Iluminación Móvil	\$ 150,00	\$ 8,00	\$ 1.200,00
Total			\$ 7.179,00

5.3 OTROS ACTIVOS

OTROS ACTIVOS			
Equipo y Muebles de Oficina			
Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Total
Escritorio	1	\$ 200,00	\$ 200,00
Sillas	24	\$ 30,00	\$ 720,00
Computador	12	\$ 300,00	\$ 3.600,00
Archivador	4	\$ 90,00	\$ 360,00
Copiadora	1	\$ 200,00	\$ 200,00
Impresora	2	\$ 200,00	\$ 400,00
Proyector	1	\$ 599,00	\$ 599,00
Pantalla para Proyección	1	\$ 125,00	\$ 125,00
T.V LED 55 PULG	1	\$ 4.700,00	\$ 4.700,00
SUBTOTAL			\$ 10.904,00
IMPREVISTOS	10%		\$ 1.090,40
Total			\$ 11.994,40

5.4 MAQUINARIA Y EQUIPO PRINCIPAL

MAQUINARIA Y EQUIPO PRINCIPAL			
Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Total
Mesas de Trabajo	12	\$ 300,00	\$ 3.600,00
Cabina de Ruido	2	\$ 6.000,00	\$ 12.000,00
Subtotal			\$ 15.600,00
EQUIPO AUXILIAR			
Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Total
Antropometros	1	\$ 790,00	\$ 790,00
Bascula de pesaje	4	\$ 50,00	\$ 200,00
Calibradores	12	\$ 28,00	\$ 336,00
Cinta métrica	24	\$ 3,00	\$ 72,00
Cronometro	24	\$ 10,00	\$ 240,00
Flexometro	24	\$ 2,00	\$ 48,00
Luxometro	7	\$ 275,00	\$ 1.925,00
Lego (piezas plasticas kit)	1	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00
Medidor de Temperatura y Humedad	7	\$ 200,00	\$ 1.400,00
Sonometro	7	\$ 430,00	\$ 3.010,00
Subtotal			\$ 9.021,00
SUBTOTAL			\$ 24.621,00
IMPREVISTOS	10%		\$ 2.462,10
Total			\$ 27.083,10

5.5 COSTO TOTAL

COSTO TOTAL			
DESCIPCIÓN	VALOR	PORCENTAJE	TOTAL
1. INVERSIÓN FIJA			
Adecuación	\$ 16.036,00		
Maquinaria y Equipo	\$ 27.083,10		
Otros Activos	\$ 27.083,10		
INVERSIÓN TOTAL	\$ 70.202,20		
FINANCIAMIENTO			
Capital Propio		%100	\$ 70.202,20
Préstamo		0%	\$ -

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFÍA

- Análisis FODA de Ing. Industrial
<http://www.buenastareas.com/ensayos/Analisis-Foda-De-Ingenieria-Industrial/1417031.html>
- Ensayos de Ingeniería Industrial
<http://www.buenastareas.com/ensayos/Ing-Inustrial/3755373.html>
- Conceptos de laboratorio
<http://estudios.universia.net/ecuador/estudio/ups-ingeneria-industrial>
- Conceptos de laboratorio
<http://es.scribd.com/doc/16553562/CARRERAS-Universitarias-imprimir>
- Análisis e interpretación de resultados
http://cybertesis.upc.edu.pe/upc/2006/suito_cp/html/sdx/suito_cp-TH.4.html
- Estado del arte
http://cmap.upb.edu.co/rid=1190396338703_509078943_1929/ESTADO%20DEL%20ARTE%20GRAL.cmap
http://perio.unlp.edu.ar/seminario/nivel2/nivel3/el%20estado%20del%20arte_silvina_souza.pdf
http://metodologia_investigacion.webs.com/estadodelarte.htm
- Revolución Industrial
http://es.wikipedia.org/wiki/Revoluci%C3%B3n_Industrial
<http://www.monografias.com/trabajos12/revin/revin.shtml>
<http://www.monografias.com/trabajos12/revin/revin>
<http://www.monografias.com/trabajos12/revin/revin>
<http://www.slideshare.net/gagoromero/unidad-4-la-revolucin-industrial-1847656>
- Expansión del ferrocarril en Europa
http://recursostic.educacion.es/kairos/web/enseanzas/bachillerato/mundo/revolindustria1_06_02.html
- Historia del transporte
<http://pastranec.net/historia/ciencia/xxtransporte.htm>

- <http://es.wikipedia.org/wiki/Ferrocarril#Historia>
- Máquina de Vapor de Watt
<http://www.tecnologias.us/JAMES%20WATT%20Y%20LA%20MAQUINA%20DE%20VAPOR.htm>
 - Revolución Industrial
www.slideshare.net/gagoromero/unidad-4-la-revolucin-industrial-1847656
http://www.elhistoriador.com.ar/articulos/mundo/segunda_revolucion_industrial.php
 - Extracción de Petróleo
<http://www.educar.org/inventos/petroleo2.gif>
 - Segunda Revolución industrial
<http://www.eumed.net/libros/2009b/546/Segunda%20Revolucion%20Industrial.htm>
 - Desarrollo de los transportes
<http://www.eumed.net/libros/2009b/546/Segunda%20Revolucion%20Industrial.htm>
 - Frederick Taylor
http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/b7/Frederick_Winslow_Taylor.JPG/150px-Frederick_Winslow_Taylor.JPG
 - Frederick Taylor
http://www.biografiasyvidas.com/biografia/t/taylor_frederick.htm
 - Frank Gilbreth y Lillian Gilbreth
<http://www.xtimeline.com/evt/view.aspx?id=868118>
 - Métodos Terbligs
<http://www.buenastareas.com/ensayos/17-Movimientos-De-Gilbreth/1259144.html>
 - Henry Fayol
http://es.wikipedia.org/wiki/Henri_Fayol
<http://www.monografias.com/trabajos78/administracion-seguridad-integral/administracion-seguridad-integral2.shtml>
 - Harrington Emerson y sus 12 principios
http://www.vectorstudy.com/management_gurus/emerson_harrington.htm
<http://lagerenciamodernaenlasorganizaciones.blogspot.com/2011/05/harrington-emerson-y-sus-12-principios.html>
 - Aumento de producción en la cadena de la fábrica de Ford
<http://historiahervas.wordpress.com/category/uncategorized/>
 - Caso Ford
http://es.wikipedia.org/wiki/El_Caso_Ford
 - Henry Ford
<http://cultureonvideos.blogspot.com/2011/01/grandes-empresarios-siglo-xx1-henry.html>

- La Ingeniería Industrial Moderna
<http://www.buenastareas.com/ensayos/La-Ingenieria-Industrial-Moderna/2493602.html>
- DISEÑO, OPERACIÓN Y CONTROL DE SISTEMAS PRODUCTIVOS
<http://www.monografias.com/trabajos7/coad/coad.shtml>
- Factores de Producción
<http://www.monografias.com/trabajos24/control-produccion/Image12614.gif>
- Que es la empresa Fabril
<http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4010043/lecciones/3sistemasecon.htm>
- Futuro de la Ingeniería Industrial
http://www.andragogy.org/_Cursos/Curso00181/Temario/Tema05/TEMA%205.pdf
- El Ingeniero Industrial a mediano Plazo
http://www.andragogy.org/_Cursos/Curso00181/Temario/Tema05/TEMA%205.pdf
- El ingeniero Industrial y el medio ambiente
http://www.andragogy.org/_Cursos/Curso00181/Temario/Tema05/TEMA%205.pdf
- Actividades productivas y de servicios
<http://es.scribd.com/doc/72124145/Desarrollo-Sostenibleapuntes-Para-Expo>
- El impacto de la Ingeniería Industrial
http://www.andragogy.org/_Cursos/Curso00181/Temario/Tema05/TEMA%205.pdf
- Solicitud de Fundación de la Universidad Católica de Cuenca
<http://www.ucacue.edu.ec/Historia.aspx#>
- Decreto de creación
<http://www.ucacue.edu.ec/Historia.aspx#>
- Creación de la primera escuela de Ingeniería Industrial
http://quimica.ucacue.edu.ec/quimica/index.php?option=com_content&view=article&id=54&Itemid=62
- Salesianos en el Ecuador
<http://www.ups.edu.ec/resena-historica;jsessionid=44FBC2EDFED26CD3430A3D7BA006CD03>
- Metodología de la educación
<http://www.engines4ed.org/approach.cfm>
- Práctica 1 Ergonomía
<http://es.scribd.com/doc/34253448/ANTROPOMETRIA>
http://es.encydia.com/gl/Hueco_popl%C3%ADteo
http://es.wikipedia.org/wiki/M%C3%BAsculo_deltoides
http://es.wikipedia.org/wiki/Cresta_il%C3%ADaca

http://lavidadeldeportista.blogspot.com/2010/10/articulaciones-del-miembro-superior_168.html

<http://anatomiahumana6qb.wikispaces.com/Anatomia>

<http://www.cto-am.com/neuropatias.htm>

<http://www.tutraumatologo.com/tarso.html>

http://www.escuelaing.edu.co/programas/ing_industrial/laboratorios/LCTR/antropometria.pdf

<http://es.scribd.com/doc/55899753/Tratado-de-Anatomia-Humana>

http://www.escuelaing.edu.coprogramasing_industriallaboratoriosLCTRantropometria

H. B. MAYNAR, J. M. VALLHONRAT, 1985 Manual de Ingeniería y Organización Industrial. Edit. Reverté, 3ra Edición

— Práctica 2 Iluminación

REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO, Decreto Ejecutivo 2393, R.O. 565 Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social.

<http://portaldisseny.ibv.org/factores-humanos/>

http://www.edutecne.utn.edu.ar/monografias/criterios_iluminacion.pdf

<http://www.slideshare.net/betorossa/libro-manual-de-diseo-industrial>

<http://es.scribd.com/doc/89296446/Calculo-Iluminacion-Interiores-Industrial-y-Comercial>

H. B. MAYNAR, J. M. VALLHONRAT, 1985 Manual de Ingeniería y Organización Industrial. Edit. Reverté, 3ra Edición

César Ramírez Cavassa, 2005 Seguridad Industrial: Un enfoque Integral. Edit. Limusa.

FAUSTINO MENENDEZ DIEZ, 2009 Higiene Industrial Manual para la formación del Especialista.

— Práctica 3 Ruido

REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO, Decreto Ejecutivo 2393, R.O. 565 Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social

http://www.lexnova.es/Pub_In/Supuestos/supuesto116.htm

<http://uprl.unizar.es/higiene/ruido.html>

http://training.itcilo.it/actrav_cdrom2/es/osh/noise/noiseat.htm

http://tecnologia.idoneos.com/index.php/La_medicion_del_sonido%3A_belios_y_decibelios

<http://instalarq22011.wikispaces.com/9.+Sistemas+de+audio+y+manejo+audiovisual>

<http://insonorizaciones.blogspot.com/>

- <http://www.servisystem.com.ar/NEOTEO/Camaradeeco/Camaradeeco.htm>
- <http://ondasmecanicaspmttr.blogspot.com/2011/04/fenomenos-acusticos-resonancia-de-una.html>
- http://www.uhu.es/master2007/teoria/Check_List%2013
- http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_270.pdf
- <http://www.estrucplan.com.ar/producciones/entrega.asp?identrega=1052>
- http://www.lexnova.es/Pub_In/Supuestos/supuesto116.htm
- <http://saludmiguelsschweiz.blogspot.com/2008/01/sentidos-auditivo.html>
- <http://www.monografias.com/trabajos/sentidos/sentidos.shtml>
- <http://www.ecuacustica.com/analisis-laboratorio-equipos-monitoreo-medicion-de-ruido-insonorizacion-ambiental-seguridad-industrial-ecuador.php?tablaib=servicios&p=15&t=Mediciones-de-Ruido-Laboral/Industrial/-Ocupacional&>
- César Ramírez Cavassa, 2005 Seguridad Industrial: Un enfoque Integral. Edit. Limusa.
- FAUSTINO MENENDEZ DIEZ, 2009 Higiene Industrial Manual para la formación del Especialista.
- Práctica 5 Producción en línea
- CORDAVA BARAHONA GERMAN, 2011 Guía de prácticas de laboratorio para Ingeniería de operaciones. Sello editorial Javeriano
- <http://losproductoresdeideas.blogspot.com/p/55-plan-maestro-de-produccion.html>
- <http://www.bdigital.unal.edu.co/5892/1/8911020.2012.pdf>
- Práctica 6 producción intermitente de productos bajo pedido
- CORDAVA BARAHONA GERMAN, 2011 Guía de prácticas de laboratorio para Ingeniería de operaciones. Sello editorial Javeriano
- http://es.wikipedia.org/wiki/Make_To_Order
- <http://www.investopedia.com/terms/m/make-to-order.asp#ixzz20VbRCjHm>
- <http://www.investopedia.com/terms/m/make-to-order.asp#ixzz20VcSzNtg>
- <http://www.gestiopolis.com/canales/gerencial/articulos/56/js/dell.htm>
- Práctica 7 MPS, MRP
- CORDAVA BARAHONA GERMAN, 2011 Guía de prácticas de laboratorio para Ingeniería de operaciones. Sello editorial Javeriano
- <http://www.gestiopolis.com/canales/gerencial/articulos/56/js/dell.htm>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Planificaci%C3%B3n_de_los_requerimientos_de_material
- <http://www.revistavirtualpro.com/revista/index.php?ed=2010-09-01&pag=13>
- <http://vivianangrup.galeon.com/enlaces998822.html>

- <http://es.scribd.com/doc/17259785/Programa-Maestro-de-Produccion-MPS>
http://webdelprofesor.ula.ve/economia/oliverosm/materiasdictadas/produccion2/clases/planificacion_de_la_produccion_teoría.pdf
- Práctica 8 Programa Maestro de Producción en un ambiente de producción por lotes mpsfoq
http://es.wikipedia.org/wiki/Producci%C3%B3n_por_lotes
<http://www.queeseconomia.com/2011/03/produccion-por-lotes/>
 CORDAVA BARAHONA GERMAN, 2011 Guía de prácticas de laboratorio para Ingeniería de operaciones. Sello editorial Javeriano
- Práctica 9 tarjetas de Producción
http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/bd/Kanban_esp.png?uselang=es
http://www.leanmanufacturing.org/img/tarjeta_kanban.jpg
http://www.technologyevaluation.com/Research/ResearchHighlights/ERP/2007/08/research_notes/img/PN_ER_XSH_08_27_01_1-1.gif
<http://altacuncta.wordpress.com/2011/10/28/ejemplos-tarjetas-kanban/#jp-carousel-597>
<http://www.slideshare.net/rooolas/curso-capacitacion-de-kanban-8884358>
 CORDAVA BARAHONA GERMAN, 2011 Guía de prácticas de laboratorio para Ingeniería de operaciones. Sello editorial Javeriano
- Práctica 10 Justo a tiempo
 CORDAVA BARAHONA GERMAN, 2011 Guía de prácticas de laboratorio para Ingeniería de operaciones. Sello editorial Javeriano
 Monden, Yasuhiro. Toyota Production System: An Integrated Approach to Just – In –Time (3ª Edición). Engineering & Management Press. Norcross. GA. 1998
<http://academic.emporia.edu/smithwil/s99mg423/eja/anders.htm>
<http://akao.larc.nasa.gov/dfc/jit.html>
<http://home.iae.nl/users/drshofm/planningsystemen/jit.htm>
<http://www.ashland.edu/~rjacobs/m503jit.html>
http://www.nwlink.com/~donclark/ic/ic_jit.html
<http://www-mmd.eng.cam.ac.uk/people/ahr/dstools/proces/jit.htm>
- Práctica 11 empujar – jalar
http://www.cse.fau.edu/~maria/laccei/Papers/EDU063_Blanco.pdf
<http://www.slideshare.net/ferhino/wip-y-conwip-frente-a-push-pull#btnNext>
 CORDAVA BARAHONA GERMAN, 2011 Guía de prácticas de laboratorio para Ingeniería de operaciones. Sello editorial Javeriano
- Práctica 12 inventarios
 CORDAVA BARAHONA GERMAN, 2011 Guía de prácticas de laboratorio para Ingeniería de operaciones. Sello editorial Javeriano

<http://ingenierosindustriales.jimdo.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/administraci%C3%B3n-de-inventarios/>
<http://guias.blogspot.es/1185208560/>

— Práctica 13 Distribución en planta

RICHARD MUTHER, 2003 Distribución en planta. Editorial Hispano Europea S.A
Pedro R. Móndeolo Enrique Gregori - Pedro Barrau, 1994 Ergonomía 1 Fundamentos, Ediciones UPC

<http://personales.upv.es/jpgarcia/LinkedDocuments/4%20Distribucion%20en%20planta.pdf>

<http://webdelprofesor.ula.ve/economia/gsfra/Asignaturas/ProduccionI/DISTRIBUCIONdePLANT1.pdf>

— Concepto de Ingeniería Industrial

H. B. MAYNAR, J. M. VALLHONRAT, 1985 Manual de Ingeniería y Organización Industrial. Edit. Reverté, 3ra Edición