

UNIVERSIDAD PANAMERICANA

ESCUELA DE INGENIERIA

CON ESTUDIOS INCORPORADOS A LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

308917
6
24

" ESTUDIO PARA INCREMENTAR LA
PRODUCTIVIDAD EN UNA PLANTA PRODUCTORA
DE FERTILIZANTES "

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

AREA: INGENIERIA INDUSTRIAL

P R E S E N T A N :

CLAUDIA COLLADO ROMERO
OSCAR GONZALEZ LEGORRETA

REVISOR: ING. PEDRO CREHERAS VALLCORBA

MEXICO, D.F.

1979.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

1. INTRODUCCION	1
1.1. OBJETIVOS	1
1.2. BREVE HISTORIA DE LA EMPRESA	2
1.3. CARACTERISTICAS DEL SISTEMA PRODUCTIVO	3
2. MARCO TEORICO	4
2.1. ADMINISTRACION DE TALLERES	4
2.1.1. ANTECEDENTES	4
2.1.2. AUTORES CLASICOS	5
2.2. TEORIA DE SISTEMAS	14
2.2.1. TEORIA GENERAL DE SISTEMAS	14
2.2.2. EL ENFOQUE DE SISTEMAS	20
2.3. PRODUCTIVIDAD	26
2.3.1. DEFINICION	26
2.3.2. ASPECTOS TECNICOS	27
2.3.3. ASPECTOS SOCIALES Y POLITICOS	31
2.3.4. INGENIERIA Y PRODUCTIVIDAD	32
2.4. PRINCIPIOS DEL ESTUDIO DEL TRABAJO	36
2.4.1. EL ESTUDIO DEL TRABAJO	36
2.4.2. EL ANALISIS DE TAREAS	36
2.4.3. PROCEDIMIENTO PARA EL ANALISIS DE TAREAS	39
2.4.4. ESTUDIO DE METODOS	41
2.4.5. MEDICION DEL TRABAJO	43
2.4.5.1. DEFINICIONES	43
2.4.5.2. FACTORES APLICADOS A LA MEDICION DEL TRABAJO	43
2.4.5.2.1. CONCEPTOS	43
2.4.5.2.2. CLASIFICACION Y APLICACION DE LAS TOLERANCIAS	44
2.4.5.2.3. DEFINICIONES TECNICAS	45
2.4.5.3. MATERIAL EMPLEADO EN EL ESTUDIO	47

2.4.6.	TECNICAS DIVERSAS DE ESTUDIO DEL TRABAJO	49
2.4.6.1.	PRINCIPIOS DE LA ECONOMIA DE MOVIMIENTOS	49
2.4.6.2.	EFICIENCIA DE LA MANIPULACION	52
2.4.6.3.	SIMBOLOGIA DE LOS CURSOSGRAMAS	53
2.4.6.4.	CONCEPTOS BASICOS	54
2.4.6.5.	CONDICIONES DE TRABAJO	56
2.4.6.6.	ACCIDENTES DE TRABAJO	56
2.4.6.7.	HIGIENE INDUSTRIAL. ENFERMEDADES PROFESIONALES	57
2.4.6.8.	OTRAS CONDICIONES GENERALES	58
3.	ANALISIS DE LOS PRODUCTOS DE LA EMPRESA QUIMICA FOLIAR	61
3.1.	CARACTERISTICAS DEL ESTUDIO	61
3.2.	PRODUCTO: BAYFDLAN	61
3.3.	PRODUCTO: QF 2D,3D,1D	69
3.4.	PRODUCTO: NITROFOSCA DD47	74
3.5.	PRODUCTO: FERTILON-COMBI	77
3.6.	PRODUCTO: BAYFDLAN FORTE	81
3.7.	MEDIDAS GENERALES Y CAMBIOS ADICIONALES	85
4.	CONCLUSIONES	
5.	BIBLIOGRAFIA	94

1. INTRODUCCION.

1.1. OBJETIVOS.

El presente trabajo persigue dos objetivos básicos. El Primero de ellos es incrementar la productividad de una planta de Fertilizantes a través de la aplicación de las técnicas de Estudio del Trabajo, desarrollando éstas bajo un enfoque de Teoría de Sistemas y buscando evitar la necesidad de alguna inversión, basado en el principio de que la Productividad primordialmente es una actitud del trabajador hacia el trabajo. El Segundo objetivo es mostrar que el enfoque multidisciplinario del Ingeniero Industrial le permite realizar, con soltura y sin menoscabo de la objetividad, mediante la visión global del sistema, un juicio crítico de éste para poder mejorarlo o eventualmente rediseñarlo.

En nuestro país, la aplicación de muchas de las técnicas desarrolladas por pueblos anglosajones se hace definitivamente muy difícil. La mentalidad latina, por ejemplo en el caso del cronometraje, provoca conflictos que en ocasiones traen consigo efectos colaterales más dañinos que los beneficios obtenidos. Por ello, se propone una aplicación estilo mexicano de estas disciplinas, ajustándolas a nuestro medio, buscando propiciar la creatividad más que la disciplina en sí misma.

1.2. BREVE HISTORIA DE LA EMPRESA.

QUIMICA FOLIAR, S.A. DE C.V., Empresa ubicada en Av. Urbina No. 4, Parque Industrial Naucalpan de Juárez, Edo. de México, fue fundada en el año de 1967 con la misión empresarial de producir Fertilizantes igualando la calidad de los que hasta entonces, se importaban del extranjero.

En sus inicios y por ser una empresa pequeña, sufrió muchos descabros al intentar abarcar un mercado muy extenso, que constaba de Centro, Sudamérica y España. De hecho se estableció otra planta en la Ciudad Española de Sevilla. Alrededor de 1975 redujo sus operaciones de comercio exterior para intensificar su competitividad en el mercado nacional. A últimas fechas la empresa incrementó su línea de Acidos Humicos y Fertilizantes Foliares. Actualmente exporta al Caribe y nuevamente a Centro y Sudamérica.

Es maquiladora de varias importantes empresas como los laboratorios BAYER, BASF, CIBA GEIGY y HOECHSTH.

Utiliza tecnología ciento por ciento mexicana, fabricando alrededor de trescientos productos. Se mantienen inventarios mínimos de acuerdo a ventas históricas. La producción es intermitente para cada producto, por razo-

nes de espacio y demanda, ya que ésta no es constante durante todo el año. QUIMICA FOLIAR, S.A. de C.V. posee una estructura simple y con cuadro directivo mínimo, y debido a que es pequeña existe mucha comunicación en todos los niveles.

1.3. CARACTERISTICAS DEL SISTEMA PRODUCTIVO.

Como ya se ha indicado anteriormente, el tipo de producción es intermitente, es decir, está en función de los pedidos de los clientes, lo que imposibilita el contar con una programación estricta en un tiempo determinado, de tal modo que el procedimiento es como sigue:

El Jefe de Producción da la orden diaria de lo que se debe trabajar en cada turno, recibiendo éste un plan de trabajo realizado por el Gerente General, de acuerdo a los pedidos, los cuales son de dos tipos, la fabricación de Fertilizantes o bien el empaclado de los mismos en distintos envases, 1 lt., 4 lt., 1 gal., etc. para los líquidos y 1 Kg., 2 Kgs., 4 Kgs., etc. para los fertilizantes en polvo.

2. MARCO TEORICO.

2.1. ADMINISTRACION DE TALLERES.

2.1.1. ANTECEDENTES.

Se presentan las aportaciones consideradas a nuestro, juicio más importantes, de los autores llamados clásicos en Administración o en Ingeniería Industrial, las cuales han contribuido mayormente a estas ciencias. No se pretende de manera alguna descubrir o revelar aspectos no conocidos de los estudios de estos hombres de ciencia, sólo se desea exponerlos de una manera ordenada y organizada, ya que en gran parte son estos conocimientos los que servirán como base para el desarrollo de esta tesis y también para nuestra vida profesional. Cabe aclarar que no se trata de principios o teorías tomadas al pie de la letra, sino de un proceso de análisis y conceptualización de las experiencias y tendencias de cada autor, para formar una estructura de pensamiento que pretende tomar lo mejor de cada uno de ellos.

2.1.2. AUTORES CLASICOS.

ROBERT OWEN (1771-1858);

Es considerado el padre de la Administración de personal, ya que fue el primer hombre de ciencia en exponer una analogía convincente respecto de máquinas y seres humanos, con la cual pretendía concientizar a los empresarios acerca de las ventajas de contar con un personal o "máquinas vitales" en óptimas condiciones. Trata un punto sumamente interesante: para el empleado son tan importantes las condiciones dentro como fuera de su lugar de trabajo. Plantea una comparación bastante simple, si las máquinas requieren mantenimiento y servicios para operar de manera óptima, sucederá de igual modo con los trabajadores?, él responde afirmativamente y agrega además, que la rentabilidad de la inversión correspondiente a un plan de **previsión** para obreros será más que satisfactoria. Se involucra en tópicos como la definición de jornadas de trabajo y reglamentación en general, para proteger al trabajador de los abusos del patrón.

CHARLES BABBAGE (1792-1871)

La División del trabajo, como instrumento para incrementar la productividad, fue su teoría básica. Realizó estudios interesantes al respecto y expuso, lo que consideró, como una serie de principios universales acerca de éste tópico. Sin embargo más que en la presentación de estos principios, su importancia radica en la consideración de ellos como factores significativos para la evaluación del desempeño. Los cuatro principios son los siguientes:

1. Periodo de Aprendizaje.

Para la evaluación de éste se deben considerar, la dificultad de la tarea, la destreza especial requerida, el nivel de detalle y atención, y otros aspectos según el caso. Estos factores aparecen proporcionalmente con el número de procesos dentro de una tarea, de tal suerte que si cada obrero en un grupo de ellos, se especializa en el aprendizaje de una tarea reducida o un procedimiento, la suma de los tiempos de aprendizaje será menor que en el caso de que todo obrero aprenda y realice todas las tareas.

2. Existe pérdida de tiempo por el cambio de tareas.

Unido a las ventajas propias por la aplicación del principio anterior se agrega un beneficio significativo

por el abatimiento de los "tiempos de cambio", es decir, el tiempo que un trabajador toma para un cambio, en ajuste de máquinas o accesorios de precisión, pero básicamente en la adaptación física y mental hacia una nueva tarea.

3. Habilidad adquirida por repetición.

La observación llevó a Babbage a deducir que resultaba natural para un ser humano adquirir mayor capacidad para realizar una tarea si éste la repetía frecuentemente. Además con la especialización, si no es llevada al extremo, el operador se fatiga proporcionalmente menos, que llevando a cabo pocas repeticiones pero de muchas tareas.

4. La División de trabajo propicia la inventiva.

Babbage se refería en este punto, a la invención de herramientas para la realización de las tareas, como una respuesta de los trabajadores especializados en una labor. En nuestros días podríamos traducir esta situación como el mejoramiento de métodos o procedimientos, sugerido por los ejecutantes, ya que las labores de diseño de herramientas están centralizadas en otras personas.

Estos tres últimos principios fueron señalados también por otro importante hombre de ciencia: Adam Smith.

Por último el autor señala como un punto muy favorable, consecuencia de la división del trabajo, el hecho de

que, un trabajador requerirá un menor grado de "habilidad y fuerza" para realizar una sola tarea, que para llevar a cabo un conjunto amplio de ellas. De este modo, con menores habilidades tendremos los mismos o mayores resultados, es decir eficiencia, productividad.

El autor respecto a la administración señaló que a su juicio existían "principios que parecían extenderse por muchos establecimientos". En otras palabras percibió la universalidad de la aplicación de la Administración, la cual se consideraba en aquellos días un arte y no una ciencia, precisamente por no existir bases generalmente aceptadas.

HENRY METCALFE (1847-1917)

Se destacó por un especial desarrollo sistemático y comparativo de hechos, en el registro de costos, en el que ejemplificaba cómo la Administración era una ciencia. Concretó lo anterior, enunciándolo de la siguiente forma: "La administración de talleres es en gran medida un arte, y descansa en la aplicación de ciertos principios a una gran variedad de casos que conjuntamente forman lo que se puede llamar la ciencia de la Administración". Plantea que aunque la esencia en los procedimientos sea la misma, se encontrarán variaciones importantes según sea el proceso. Pretende concentrar los conocimientos adquiridos

a través de la experiencia, para el uso de otras personas, basado en que "las enseñanzas más útiles son las obtenidas del registro continuo de casos, porque puede esperarse que éstos se repitan con el tiempo". Para llevar a cabo éste registro, Metcalfe dice que para realizar una apreciación correcta de los hechos, es necesario que las observaciones estén libres de errores y sean medidas con una norma común. Hace énfasis en que los encargados de llevar a cabo tales observaciones, deben saber lo menos posible acerca de la finalidad que tendrá la información obtenida.

HENRY ROBINSON TOWNE (1844-1924).

La profesión de la Ingeniería, en todas sus ramas, va ligada íntimamente a la economía de la producción. Se ha discutido mucho a lo largo de la historia cómo es inútil un ingeniero que aisle sus desarrollos de la implicación económica que estos conllevan. El mejor y más óptimo sistema de producción en el aspecto técnico no es, en algunos casos, el más rentable.

Por lo anterior H. Towne señaló que para la obtención de los mejores resultados en la labor Administrativo-Ingenieril, el hombre que estuviese sujeto a este tipo de posiciones a cualquier nivel, debería cumplir con

dos requisitos básicos: Conocimiento práctico del trabajo y Capacidad de observación, análisis, relacionadas a los procesos administrativos. Para lograr tal objetivo el requisito esencial es que la gente con preparación técnica, se adiestre en labores administrativas, en otras palabras, que el Ingeniero se convierta en un auténtico hombre de negocios. Para realizar tal tarea es necesario que este hombre se familiarice con dos grupos de conocimientos, la llamada Administración de Talleres donde se estudia la organización, planeación y control, y la Contabilidad de Talleres que contempla horarios, salarios y costos.

De alguna forma este enfoque será el sustento, en la empresa, de un orden y división del trabajo que redondeará invariablemente en mayor productividad.

FREDERICK WINSLOW TAYLOR (1856-1915).

Es muy amplia la gama de tópicos que desarrolló sobre la Ingeniería Industrial y la Administración, cada uno de ellos con enorme trascendencia. Los más importantes se presentan en su concepto más simplificado y concreto, de acuerdo a lo que el autor expone en varios importantes documentos.

Para Taylor, el Estudio de Tiempos es el mejor instrumento para obtener información precisa y exacta del

trabajo que puede realizar un trabajador. Expone que, basado en un sistema de remuneración justa, apoyado en un estudio de tiempos, el trabajador estará dispuesto a trabajar a su máxima capacidad, entendiendo ésta no como la mayor cantidad producida en una competencia, sino como el sostenimiento de un ritmo elevado de trabajo. En la época de Taylor, y quizá aún en nuestros días, el trabajador percibirá la consecuencia inmediata de un aumento de producción personal como la disminución de plazas de trabajo para otros compañeros. El autor sostiene que lo anterior es una falacia, que invariablemente, un incremento en productividad producirá un crecimiento en ese ramo de la industria, y por lo tanto se crearán más fuentes de trabajo. En nuestros días esta situación no se da del todo, sin embargo si existe un beneficio económico sensible para la propia empresa, que reduce sus costos de mano de obra por unidad y puede tomar medidas para trasladar el beneficio a los trabajadores. A partir de lo anterior Taylor plantea la Administración Científica, como un modo de pensamiento en el que participan ambas partes de la empresa; directivos y trabajadores, para beneficio mutuo. Taylor lo explica así: "La gran revolución que tiene lugar en la actitud mental de las dos partes bajo la administración científica, es que ambas despegan la vista de la división del superávit como cues-

ción primordial y juntas vuelven su atención hacia el aumento de las dimensiones del superávit hasta que es tan grande que es innecesario pelear por su división", y detalla las directrices a seguir para alcanzar ese cambio mental.

Un primer paso en esta revolución mental es instruir a los supervisores, gerentes y directivos en los trabajos que desempeña el obrero, desde el punto de vista técnico; que los primeros sepan cómo se realiza. Posteriormente buscar un acercamiento entre supervisores y trabajadores al punto de crear una relación emotiva entre ellos, amistad idealmente. El patrón debe buscar obtener la iniciativa de los trabajadores en todos los aspectos de su labor, con motivación y reconocimiento. Pero el punto más favorable que se obtiene de la Administración Científica no es éste sino las nuevas obligaciones que adquiere el personal administrativo. Estas obligaciones emanan de cuatro principios que se mencionan a continuación:

Primero. Reunir todo el conocimiento empírico acerca de los procesos y productos. La Dirección está en la obligación de concentrar todo el conocimiento adquirido y que se desarrolle relacionado con la producción de la empresa y sus sistemas, así como de la administración de ese conocimiento.

Segundo. Seleccionar científicamente y mejorar a los

trabajadores. Se debe estudiar el potencial y posibilidades de desarrollo de un obrero, mucho más precisamente que el de una máquina, ya que es un ser humano distinto a cualquier otro, con necesidades, capacidades y deseos personales, que deben considerarse para que tanto el trabajador como lo empresa obtengan los máximos beneficios.

Tercero. Familiarizar al trabajador con la ciencia. Hay que "conciliar" al trabajador con la ciencia, lograr que éste la encuentre viable para sus fines, convencerle de sus bondades y universalidad.

Cuarto. Realizar una división reflexiva del trabajo. Esta, primordialmente a través de métodos científicos.

De este modo Taylor plantea la consecución de un objetivo, para satisfacer una necesidad generalizada de la industria, crear una tendencia creciente en la productividad de la empresa con la aplicación de la teoría básica y los cuatro principios de la Administración Científica.

2.2. TEORIA DE SISTEMAS.

2.2.1. TEORIA GENERAL DE SISTEMAS.

Uno de los elementos más interesantes que proporciona la teoría general de sistemas es la metodología para la resolución de problemas.

En la realidad cotidiana de las labores de ingeniería no podemos tomar una orientación del problema, solamente podemos tomar una orientación de la teoría, o del método a utilizar. Un problema particular sólo puede resolverse debido a que hemos dejado de verlo como un caso particular y, en vez de ello, lo hemos trasladado al contexto de una teoría general, que involucra todos los problemas relacionados. La teoría general de sistemas consiste en proponer funciones de diseño de sistemas, comunes a todos los tipos de éstos, independientemente de su naturaleza o función. Puede decirse que las soluciones a problemas comunes pueden evolucionar como resultado de una reorientación del pensamiento en términos de lo que se pretende alcanzar y no como la acertada selección de un método de solución. En esta teoría no existen métodos particulares y por ello se desarrolla en general para el tratamiento de todos los sistemas. Un concepto clave para interpretar la teoría es el de la toma de decisiones ,

que se entiende como "Un proceso de pensamiento que ocupa toda la actividad que tiene como fin solucionar problemas". Así podemos interpretar que este proceso puede verse como un ciclo, que incluye varios círculos sucesivos, uno dentro de otro, la solución de un problema suele ser la causa de otros en distinto nivel del sistema.

Para el desarrollo de ese proceso se deben seguir ciertos criterios elementales. El autor de la decisión generalmente debe poseer un "fundamento de conocimiento y experiencia", del cual deducirá información útil para delinear un conjunto de alternativas viables y factibles. Bajo la teoría de sistemas, podemos concebir las alternativas como estrategias diferentes para el logro de los objetivos, cada una de las cuales debe conducir a resultados predecibles, que deben ser evaluados para determinar el grado de satisfacción o cumplimiento de los objetivos que perseguimos. Si se implanta la alternativa, se originan salidas y resultados, se generan nuevos problemas o necesidades, entonces un nuevo círculo de evaluación tiene lugar. La evaluación total del sistema considerará todos y cada uno de los niveles, siendo esta la principal innovación y ventaja de la metodología de sistemas contra el concepto tradicionalista que "optimiza" las partes pero no el todo, y provoca con la supuesta satisfacción de necesidades, problemas ocasionalmente

mayores para el sistema general en su conjunto. De este modo, eventualmente la comparación entre los resultados predichos y los logrados, puede conducir a una modificación del problema original y a una nueva repetición del ciclo.

Para la búsqueda de alternativas podemos encontrar varias teorías. Una de ellas es la de "medios y fines", con una orientación hacia el funcionamiento de la mente, que se dice, trabaja viajando hacia adelante y hacia atrás, desintegrando un problema en subproblemas y los objetivos principales en subobjetivos. Otra teoría comúnmente utilizada, se conoce como "punto de vista de incremento", plantea el proceso de investigación de alternativas como una sucesión de pequeñas variaciones a la posición actual, dado que existe un riesgo en cambios drásticos. Así podemos decir que el enfoque de sistemas es opuesto filosóficamente al punto de vista de incremento, ya que este último no considera al problema como un **todo**, ni en forma global.

Una consideración interesante en la selección de alternativas es la de los límites de razonamiento; para la mayoría de las decisiones, considerar tres alternativas, un espectro de dos extremos con un punto medio, puede ser suficiente, pero, para grandes decisiones cuya envergadura implica gran cantidad de elementos en juego,

como por ejemplo, consecuencias para grupos de beneficiarios o interesados, resulta difícil definir este espectro de posibilidades. Está comprobado que una forma de hacer viable la selección de alternativas es su agrupación, por tendencias políticas, intelectuales, sociales, etc., pero dependerá más del responsable de la decisión y su experiencia, la definición definitiva de ese espectro.

Otro concepto notable que aporta la teoría de sistemas es el de la "Cosmovisión". "La concepción de un autor de decisiones de lo que parece el mundo, o de la forma en la cual se ve la totalidad de un problema, constituye lo que se conoce bajo el nombre de cosmovisión, o Weltanschauung". Según diversos autores, la cosmovisión es influida por los siguientes componentes de decisiones:

Premisas. Se derivan de pruebas o de información disponible para el autor de decisiones. Existen premisas "de hecho", que se refieren a pruebas técnicas o a información en general, las cuales comunmente no ameritan un juicio ético o moral. El otro tipo de premisas son las "de valor", que consisten de consideraciones valorativas, es decir están relacionadas con el sistema de valores del individuo. En los sistemas actuales resulta prácticamente imposible encontrar prototipos puros de alguno de estos tipos de premisas, ya que prácticamente cualquier consideración contiene elementos técnicos y de valor (forma y

fondo).

Supuestos. Son aquellos puntos de vista definidos, que sostiene el autor de la decisión, sobre aspectos particulares del problema. Estos pueden ser por ejemplo, las condiciones de distribución, competencia, clientela, etc. de cualquier empresa. De toda la gama de posibles consideraciones las más importantes a tomar en cuenta son: a) El alcance del negocio; limitado a un producto o a varios, al mercado regional, nacional o internacional, o la integración de la firma horizontal o vertical. b) Las condiciones de la industria en general. c) Los proyectos de expansión. d) La tendencia de las políticas de la empresa. e) La posición sobre la investigación y desarrollo. f) La visión que tenga la clientela de la compañía. Es en la emisión de supuestos donde más drásticamente influye la Cosmovisión del autor de decisiones, ya que, de la manera como éste ve al mundo será como pronostique los aspectos probabilísticos o las tendencias del mercado, que son hechos inciertos y cuya evaluación está sujeta a criterio. De acuerdo a la calidad de los será la de la correspondiente planificación.

Estilos cognocitivos. Es la forma en que un individuo realiza sus actividades intelectuales y de percepción. Según la teoría de sistemas, los estilos cognocitivos recorren un continuo de analítico a heurístico, con

todas las combinaciones entre ambos puntos, es decir existen un número infinito de posibilidades de estilos cognocitivos que oscilan entre lo puramente obtenible por análisis y lo que proviene del sistema de prueba y error. El razonamiento analítico se reconoce como lógico, está estructurado con una tendencia para desintegrar en partes el problema. El razonamiento heurístico es más intuitivo, trata de abarcar globalmente el problema.

2.2.2. EL ENFOQUE DE SISTEMAS.

Todos los sistemas comparten algo: la complejidad. Esto es el resultado de la interacción del hombre en los sistemas. En cierto momento, se vuelve absolutamente necesario tomar un enfoque más amplio, un enfoque de "totalidad de sistema" (holístico) para solucionar los problemas, en lugar de desperdiciar recursos en la evaluación e implementación de las pequeñas soluciones que sólo abarcan una parte del problema, olvidándose de interrelaciones e interacciones. El enfoque de sistemas dice: "Las soluciones deben de tener éxito para todos los sistemas y para toda la gente, no sin importar su afiliación política, regional, geográfica o de otro tipo, sino que por el contrario, por el mismo acto público de tomar en cuenta esas idiosincrasias."

Cabe señalar lo que se entiende por sistema, es decir "Un sistema es una reunión o conjunto de elementos relacionados. Los elementos de un sistema pueden ser objetos o sujetos."

Se puede decir que muchos problemas en los sistemas se derivan de la incapacidad de los administradores, planificadores y analistas para diferenciar entre el mejoramiento y el diseño de los sistemas. El mejoramiento

es un proceso a través del cual se logra un cambio que lleva a un sistema a un estado estándar o a su condición de operación normal. El diseño o rediseño es un proceso que implica gran creatividad para cuestionar los supuestos en los cuales se basó el sistema original o el diseño preliminar. Es aquí donde se hace la mayor distinción entre las metodologías tradicionales y la teoría de sistemas, la primera que utiliza métodos científicos que conducen al mejoramiento del sistema, y la segunda que conduce a través de la teoría general hacia un nuevo diseño.

En general los problemas típicos a resolver son: 1) El sistema no satisface los objetivos. 2) El sistema no proporciona los resultados esperados. 3) El sistema no opera como se planeó inicialmente. Para poder corregir cualquiera de estas situaciones se requiere forzosamente determinar las razones de las desviaciones, y por lo tanto la definición de cómo debe funcionar el sistema, de acuerdo con su diseño original.

El mejoramiento de sistemas se concibe como una metodología de cambio, es decir un procedimiento que se desintegra en los siguientes pasos: 1) Se define el problema e identifican sistema y subsistemas componentes. 2) Se determinan los estados, condiciones o conductas actuales del sistema, mediante observación. 3) Se comparan las

condiciones reales y esperadas, a fin de determinar el grado de desviación. 4) Se obtienen hipótesis de las razones de esta desviación de acuerdo con los límites de los subsistemas componentes. 5) Se sacan conclusiones de los hechos conocidos, mediante un proceso de deducción y se desintegra el gran problema en subproblemas.

Visto desde un punto de vista de teoría general de sistemas, el mejoramiento de sistemas tiene muchos defectos. Es muy popular utilizar esta metodología por la preparación técnica que se recibe, sin embargo es posible darse cuenta que tiene limitaciones inherentes. El Mejoramiento de sistemas da resultados excelentes en el contexto limitado de pequeños sistemas con interdependencias insignificantes con otros sistemas, una condición que no ocurre a menudo. A continuación se mencionan las razones atribuibles para el fracaso de la filosofía del mejoramiento de sistemas:

Búsqueda de causas dentro de los límites del sistema. Existe una tendencia natural para buscar motivos de las fallas del sistema en alguno de sus subsistemas, y en ocasiones esto no es cierto. El razonamiento del mejoramiento de sistemas tiende a justificar sistemas como fines en sí mismos, sin considerar que un sistema existe sólo para satisfacer los requerimientos de sistemas mayores en los cuales éste mismo está incluido.

Restauración del sistema a la normalidad. El mejoramiento de sistemas se basa en la identificación de desviaciones, la identificación de sus causas y la corrección de éstas, sin embargo, extensos estudios revelan que el resolver problemas internos del sistema como existe en el presente, no proporciona efectos realmente duraderos.

Supuestos y objetivos incorrectos u obsoletos. Aquí se plantean dos posibilidades, que los supuestos no sean explícitos y claros o que las premisas originales en las cuales se diseñó el sistema hayan cambiado. Si se da el primer caso, no es posible definir eficacia o eficiencia en su correcta dimensión pues se sabe cómo pretendería funcionar el sistema o "hacia donde iba"; en el segundo caso es aún más evidente, si los supuestos han cambiado, el sistema quizá funcione a la perfección, pero no satisfaga las auténticas o nuevas necesidades.

Función del planificador. En todo desarrollo donde se planea un sistema, es posible tomar dos posturas, planear para satisfacer las tendencias que existen en torno a la solución o satisfacción de una necesidad, o planear para influir en las tendencias; estas posiciones son, correspondientemente, tomar un papel de seguidor en la solución de problemas o pretender ser un líder, y modificar el contexto y de hecho el ámbito donde se deciden las acciones del sistema.

Descuido en los efectos secundarios. Si se realiza una mala selección de los objetivos de un sistema, que la mayoría de las veces resulta ser subsistema de otro u otros, la optimización del primero redundará en desviaciones de los objetivos realmente básicos o lo que es lo mismo, suboptimización; basado en la miopía del analista que sólo se limita a ver una parte del problema.

En contraste con todo lo anterior, el diseño de sistemas debe verse como una metodología de diseño, que propiamente es un enfoque de sistemas. Es así como esta metodología cuestiona la misma naturaleza del sistema y su papel en un sistema mayor. La primera pregunta que surge cuando se aplica el enfoque de sistemas, se refiere al propósito de la existencia de éste. Requiere de una comprensión del sistema en relación con todos los demás sistemas mayores y que hacen interfaz con este mismo. A esta perspectiva se le llama introspectiva, debido a que procede del sistema exterior; en contraste con el mejoramiento de sistemas que es introspectivo que procede del sistema al interior. El enfoque de sistemas procede de lo particular a lo general, e infiere el diseño del mejor sistema, mediante un proceso de inducción y síntesis.

El principal argumento para validar la tesis de la amplitud de posibilidades de la teoría general de sistemas es que "basta comparar la jerarquía limitada del

mejoramiento de sistemas con la panorámica ilimitada del enfoque de sistemas." De entrada, el enfoque de sistemas coloca al planificador en posición de líder, por su visión global.

Para el desarrollo de esta metodología de diseño se siguen los siguientes pasos: 1) Se define el problema en relación a los sistemas superordinales o suprasistemas, con los cuales está relacionado mediante aspectos comunes en los objetivos. 2) Se revisan los objetivos en el contexto de los "supra" y no de los "sub" sistemas. 3) Los diseños actuales se evalúan en términos de costos de oportunidad o del grado de divergencias del sistema, del diseño óptimo. 4) Se evalúa bajo el criterio de que el diseño óptimo no puede encontrarse como una variación cercana a la forma presente del sistema. Esto involucra la planeación, evaluación e implementación de nuevas alternativas que ofrecen salidas innovadoras y creativas para el sistema nuevo. 5) Se involucran procesos de pensamiento como inducción y síntesis, que son fundamentalmente opuestos a los métodos de deducción y reducción utilizados para obtener un mejoramiento de sistemas.

2.3. PRODUCTIVIDAD.

2.3.1. DEFINICION.

Uno de los grandes objetivos que ha deseado alcanzar la Ingeniería Industrial a lo largo de la historia es el incremento de la productividad. Esta ha sido definida en muy diferentes formas, en distintas épocas.

Recientemente se realizó una encuesta aplicada a Empresas Industriales de la Ciudad de México, en la cual se conjuntaron varias definiciones de productividad a partir de diferentes enfoques y puntos de vista, y aún cuando no se concluyó en una definición única y universalmente aceptada, fue posible combinar esos mismos enfoques para determinar las variables que inciden de manera drástica en la productividad de la empresa y en general de la sociedad.

Una definición comunmente aceptada es la siguiente:

$$(Ec. 1) \text{ PRODUCTIVIDAD} = \frac{\text{RESULTADOS OBTENIDOS}}{\text{RECURSOS INVERTIDOS}}$$

donde, los RESULTADOS OBTENIDOS pueden ser, el número de piezas totales entregadas por una línea de ensamble, el beneficio económico de un ejercicio fiscal, una cierta cantidad de reportes procesados por unidad de tiempo en

una computadora, un número de tomos impresos de un libro en una editorial o imprenta, en general, cualquier resultado que deriva de una actividad productiva. Los RECURSOS INVERTIDOS serán los insumos, materia prima, mano de obra, o cualquier requerimiento del sistema. Para los casos mencionados serían por ejemplo, correspondientemente, mano de obra y materiales, el capital invertido, el tiempo-máquina de procesamiento, y el papel y tinta utilizados, entre otros. Por ser un cociente, la productividad puede incrementarse en varias formas: obteniendo mayores resultados con los mismos recursos, obteniendo los mismos resultados con menos recursos, incrementando ambos, recursos en menor escala que resultados, o en algún caso especial disminuyendo ambos, resultados menos que recursos.

2.3.2. ASPECTOS TECNICOS.

Una definición como la anterior no menciona los factores que intervienen en el proceso productivo y que determinan los resultados del sistema y por ello, la productividad real de éste. A continuación se comentan algunos de estos factores así como también características de los sistemas productivos y de las mediciones de productividad.

La calidad, entendida como la satisfacción de las necesidades del cliente, en los aspectos, costo, especificaciones técnicas y oportunidad (tiempo de entrega) es uno de los elementos que determina la auténtica productividad de un proceso. No es difícil imaginar que es posible obtener producciones mayores, o a menores costos, en decremento de la calidad de las unidades producidas, y esto, no es productividad. Podemos enunciar lo anterior como lo citan algunos autores, "Productividad es hacer más con lo que se tiene, sin menoscabo de la calidad...o la misma cantidad obtenida con mejor calidad."

La productividad y sus incrementos son el resultado de un esfuerzo conjunto de las personas que participan en un proceso productivo. Varios autores consideran que la productividad en el estricto sentido individual no existe, sino que es el producto del esfuerzo agregado de una comunidad dirigida a la consecución de un objetivo común, que en la mayoría de los casos es la elevación de su nivel de vida. Estos autores hacen énfasis en que la productividad se debe a varios factores, de los cuales, el más importante es el humano, por la naturaleza de sus integrantes, personas, seres animados completamente distintos entre sí, con ideologías y objetivos particulares diferentes.

Por lo anterior, para obtener un incremento substan-

cial de la productividad en cualquier empresa, no basta con modificar el subsistema individual de la variable estudiada, por ejemplo la metodología de fabricación de una pieza en una línea de ensamble, pues quizá este cambio origine los llamados "cuellos de botella" o exija mayor capacidad de los subsistemas proveedores para éste proceso de lo que aquéllos sean capaces de proporcionar. La Teoría General de Sistemas analiza ampliamente este problema.

La productividad en un sentido más técnico suele expresarse como el gasto específico de los factores empleados en términos físicos, es decir, mediante cantidades y medidas concretas, referidas a los resultados obtenidos, en la misma forma.

La productividad, tomada como en la primera definición, se asemeja en gran medida al concepto de eficiencia, sin embargo, guarda una diferencia de fondo. Mientras que la eficiencia se basa en mediciones determinísticas, la productividad pretende evaluar aspectos más subjetivos, como la motivación y disposición del personal de una unidad de trabajo para desempeñar una tarea, superando un estándar. En la "Sinópsis sobre Productividad" se encuentra una interesante reflexión al respecto: "Hablar de productividad es hablar de eficiencia, esto es, de cómo hacer las cosas lo mejor posible, es en este

sentido que impera el principio económico; obtener el mayor resultado con la misma cantidad de medios." Como ya se ha comentado ésta es sólo una de las formas en que se puede incrementar la productividad, aunque es cierto que es en los más de los casos, lo que una Gerencia de Producción o Dirección General desea, cuando no se planea realizar inversiones considerables. Un ser humano con los mismos medios físicos de producción responde de diferente manera de acuerdo al grado de motivación y satisfacción que obtenga de la labor que desempeña. Un Director de vanguardia tratará por ello de construir un ambiente propicio para que el trabajador se sienta motivado y por esta razón rinda más de lo acostumbrado, y además esté satisfecho con ello, sin modificar la infraestructura.

Para lograr el aprovechamiento óptimo, tanto de los materiales como de los recursos humanos que participan en un proceso productivo, deben entrar en juego técnicas como el mejoramiento de métodos y medición del trabajo, estudios sobre higiene y seguridad industrial y algunas otras disciplinas.

De todo lo anterior podemos esclarecer que la productividad no es un instrumento o una técnica unidimensional para lograr un resultado, sino que es una consecuencia del juego en el que se integran los más diversos elementos, y que producen entre otras consecuencias una

modificación de la vida económica, política, social y ante todo privada de los individuos que participan en ella.

2.3.3. ASPECTOS SOCIALES Y POLITICOS.

Para obtener incrementos en productividad deben estudiarse y aprovecharse las facilidades que los gobiernos otorgan a través de políticas o disposiciones especiales en las distintas ramas de la industria. Así también un análisis del mercado en el que se compite podrá destacar fuerzas y debilidades que puedan dar lugar a cambios en estrategias y políticas de la empresa productora en estudio.

Se piensa que la productividad de alguna manera es un "termómetro" que indica la habilidad de una empresa para enfrentar y controlar los problemas sociales y económicos que le rodean tales como inflación, política cambiaria, etc., como aparece en el documento "Productividad clave de la abundancia". "El nivel de vida de una nación es un índice exacto del desarrollo de su productividad y de la eficiencia con que han sido distribuidas las ganancias."

2.3.4. INGENIERIA Y PRODUCTIVIDAD.

Las personas a cargo de la dirección y administración de los sistemas son quienes pueden y deben modificar las condiciones y métodos de trabajo. Son los capacitados para canalizar y enfocar los esfuerzos de los demás a través de la aplicación de la Ingeniería Industrial. El Ingeniero de esta especialidad, por sus conocimientos multidisciplinarios debe estar capacitado para inferir y determinar dónde pueden existir posibilidades para la eficientización de procesos, mediante diversas técnicas que incluyen desde las de origen mecánico y material hasta las sociales, y luego desarrollar él mismo o con ayuda de otras disciplinas, las modificaciones al sistema.

El Ingeniero Industrial no es un erudito del conocimiento, sino que, a diferencia de los profesionales de otras áreas, realiza su análisis con una visión **global**, una visión de **sistemas** del proceso productivo, logrando con ello eliminar el antiguo enfoque que sólo optimizaba subsistemas, partes de un todo.

Los factores de la productividad son muchos y no hay ninguno que sea independiente de los otros. La importancia que se le dará a cada uno de los recursos depende de la empresa o industria y posiblemente del país donde se

encuentre.

Algunos de estos factores son con frecuencia los siguientes:

El diseño del producto y partes componentes.

Un diseño complejo puede provocar un número excesivo de pasos de proceso u operaciones que exijan demasiado detalle. Mediante un análisis es posible determinar cambios benéficos para los estándares de producción sin decremento del servicio que el producto representa para el cliente o consumidor.

Normalización.

La existencia de modularidad o normalización en los componentes, refacciones o partes constructivas de los productos influirá decisivamente en la cantidad de operaciones a realizar para el proceso. Un rediseño es muy útil en algunos casos.

Normas de Calidad.

Las Normas de calidad que rijan el control de la producción, si son erróneas, pueden ser objeto de problemas en productividad. El análisis de ellas se debe realizar en función de la satisfacción de las necesidades del cliente.

Maquinaria, equipo o herramental utilizado.

Contar con equipo adecuado para realizar las operaciones es evidentemente un factor que incidirá en los

índices de producción y productividad de la empresa. Al hablar de este punto no se hace referencia de ninguna forma a que la maquinaria más novedosa sea la mejor; el binomio Máquina-Capactación tiene el mayor impacto. Si ha de ser utilizada maquinaria por personal poco capacitado puede ser motivo de problemas en productividad.

Condiciones de Trabajo.

La productividad depende en muy alto grado de las condiciones de trabajo. Malas condiciones invariablemente tendrán un impacto en la satisfacción del operador al realizar su trabajo y por lo tanto en su rendimiento. El Estudio del Trabajo contempla técnicas para la mejora y sostenimiento de las condiciones mínimas necesarias requeridas.

Métodos de trabajo.

La Ingeniería Industrial ha desarrollado técnicas especializadas en el análisis de los métodos de trabajo en la industria y que actualmente se han generalizado a cualquier proceso productivo.

En muchos casos tiene mayor impacto en la productividad un adecuado estudio de métodos, seguido de las modificaciones al sistema actual que sea necesario llevar a cabo, las más de la veces, con cero inversión.

De todo lo anterior podemos concluir que el ritmo del progreso depende, no solamente de la técnica, sino

sobre todo de una conciencia de productividad y de una poderosa voluntad de progreso decidida a llevar a cabo las transformaciones efectivas. El deseo de progresar supone pues, la resolución de exponer algo o a veces de exponer demasiado.

2.4. PRINCIPIOS DEL ESTUDIO DEL TRABAJO.

2.4.1. EL ESTUDIO DEL TRABAJO.

Se puede entender como "Estudio del Trabajo, genéricamente, ciertas técnicas, y en particular el Estudio de Métodos y la Medición del Trabajo, que se utilizan para examinar el trabajo humano en todos sus contextos y que llevan sistemáticamente a investigar todos los factores que influyen en la eficiencia y economía de la situación estudiada, con el fin de efectuar mejoras".

El Estudio del Trabajo tiende a enfocar el problema de productividad mediante el análisis de las operaciones, procedimientos y métodos de trabajo existentes, con objeto de mejorar su eficiencia. Por lo tanto contribuye a aumentar la productividad recurriendo poco o nada a inversiones suplementarias de capital.

2.4.2. EL ANALISIS DE TAREAS

El Estudio del Trabajo se basa en el Análisis de Tareas, un conjunto de técnicas que abarca las dos ya mencionadas, el Estudio de Métodos y la Medición del Trabajo. Implica un estudio cuidadoso de cada labor para así determinar, en qué consiste y las diversas partes y etapas que la forman.

El Análisis de tareas así como el Estudio del Trabajo pueden:

Aumentar producción.

A través de la búsqueda de un método mejor, en ocasiones sin inversión alguna.

Ayudar a establecer normas.

Debido a que el establecimiento de normas y estándares contribuye drásticamente al incremento de control de la producción y facilita la planeación.

Ahorrar dinero.

Puesto que se busca que con los nuevos métodos y su control sea reducido el costo de operaciones y se obtenga un ahorro económico.

Aplicarse universalmente.

Porque este tipo de estudios se pueden efectuar en cualquier sistema productivo.

Beneficia por ser sistemático.

Como todo proceso sistemático, el análisis de tareas evita omisiones o errores por valoraciones subjetivas.

Es un instrumento penetrante.

De hecho, el que permite una obtención de información más real por parte de la dirección para eliminar la ineficiencia.

Analiza la efectividad.

Aplicándose adecuadamente, puede ser un instrumento estratégico para determinar el rendimiento de todos los niveles operacionales, a través de dotar al director de instrumentos objetivos.

Determina requisitos para el personal.

Lo que se conoce como "Perfil de puesto", puede ser obtenido más fácilmente a través del uso de estas técnicas, ya que permiten conocer e identificar las habilidades necesarias para desempeñarse satisfactoriamente en una posición.

Determina el tiempo para una tarea.

A través del Estudio de Tiempos es posible identificar detalladamente el tiempo tipo que toma realizar una tarea o un paso dentro de ella, para establecer estándares de rendimiento.

Determina la capacidad de las instalaciones.

Aunque existe una capacidad teórica que proporciona el fabricante de equipos, la aplicación del análisis de tareas brinda al usuario de ésta una medida mucho más real del desempeño que puede obtener en condiciones normales de operación, con el personal e instalaciones con que cuenta y no en condiciones ideales.

2.4.3. PROCEDIMIENTO PARA EL ANALISIS DE TAREAS.

19. Selección de la tarea o trabajo a analizar.

Lo cual se debe realizar tomando en cuenta las siguientes consideraciones, a través de un cuestionamiento en cada una de ellas:

Económicas.

¿Será productivo hacer un análisis o continuarlo?.

Reacciones Humanas.

¿Hay intranquilidad o inquietudes en los obreros?.

Consideraciones Técnicas.

Qué elementos es necesario estudiar?.

20. Obtención de Datos y Hechos.

Estos son obtenidos por observación directa y deben ser registrados utilizando técnicas apropiadas y haciendo uso de los diagramas de:

Análisis del proceso,

Proceso de operaciones,

Mano izquierda y mano derecha.

30. Examen de los hechos registrados.

Haciéndolo con espíritu crítico, y respondiendo los siguientes cuestionamientos:

- ¿ Qué se hace ?.

- ¿ Por qué se hace ?.

- ¿ Dónde se realiza ?.

- ¿ Cuándo se hace ?.
- ¿ Quién lo hace ?.
- ¿ Cómo lo hace ?.

49. Invención de métodos más económicos y mejores.

Tomando en cuenta todas las circunstancias, posibilidad de inversión y desarrollo, relaciones con el personal, beneficios no-económicos, etc.

50. Medición de la cantidad.

Propiamente dicho, Estudio de Tiempos consistente en medir la cantidad de trabajo que exige el método elegido y calcular el tiempo tipo que toma hacerlo.

60. Definición del nuevo método.

Al mayor detalle posible y con todas las consideraciones necesarias. De ser posible deberá elaborarse el diagrama de análisis de proceso para este nuevo método.

70. Implantación o adopción del nuevo método.

Realizando las consideraciones técnicas pertinentes al caso, así como evaluando los ahorros y supervisando a las personas que resultasen con el cambio. Finalmente debe normalizarse y documentarse el método modificado.

80. Conservación del método.

Es importante contar con un sistema de controles y procedimientos escritos especificados con toda claridad y aplicados debidamente, para su posterior análisis o estudio.

2.4.4. ESTUDIO DE METODOS.

El Estudio de Métodos es el registro y examen crítico, sistemático de los modos existentes y proyectados de llevar a cabo un trabajo, como medio de idear y aplicar métodos más sencillos y eficaces y de reducir los costos.

El Estudio de Métodos potencialmente puede brindar varios beneficios, entre los más importantes encontramos: La posibilidad de mejorar los procesos y procedimientos, así como la disposición de la fábrica, taller y lugar de trabajo, y eventualmente los modelos de máquinas e instalaciones. En ciertos casos es posible economizar el esfuerzo humano y reducir la fatiga innecesaria. Otro beneficio puede ser la mejora en la utilización de materiales, máquinas y mano de obra.

Para aplicar el Estudio de Métodos es necesario seguir las siguientes etapas, que aunque son muy similares a las del Análisis de tareas, difieren por el grado de profundidad de cada paso y el número de éstos.

19. Seleccionar: El trabajo que se va a estudiar.

29. Registrar: Todo lo que sea pertinente del método actual por observación directa.

39. Examinar: Con espíritu crítico lo registrado en sucesión ordenada, utilizando las técnicas más apropiadas

en cada caso.

49. Idear: El método más práctico, económico y eficaz, tomando debidamente en cuenta todas las contingencias posibles.

59. Definir: El nuevo método para poderlo reconocer en todo momento.

69. Implantar: Ese método como práctica normal.

79. Mantener en uso: Dicha práctica instituyendo inspecciones regulares.

Para que la investigación sea útil deberán seguir el orden indicado.

2.4.5. MEDICION DEL TRABAJO.

2.4.5.1. DEFINICIONES.

La Medición del Trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida ejecutándola según una norma de ejecución preestablecida. El Estudio de Métodos y la Medición del Trabajo están estrechamente ligados entre si, ya que el Estudio de Métodos es utilizado para reducir el contenido del trabajo de la tarea u operación y la segunda sirve para investigar y reducir el tiempo improductivo y fijar después las normas de operación cuando se efectúe en la forma perfeccionada ideada gracias al Estudio de Métodos.

ESTUDIO DEL TRABAJO	ESTUDIO DE METODOS (simplifica el trabajo)	MEDICION DEL TRABAJO (determina el tiempo)	MAYOR PRODUCTIVIDAD
----->	----->	----->	

2.4.5.2. FACTORES APLICADOS A LA MEDICION DEL TRABAJO.

2.4.5.2.1. CONCEPTOS.

MARGEN O TOLERANCIA. Es el tiempo que se agrega al tiempo normal para compensar retrasos o demoras personales, inevitables y por fatiga.

Existen varios tipos de Tolerancia.

TOLERANCIA POR FATIGA. Tiempo que se suma al tiempo normal para compensar el efecto de la fatiga.

TOLERANCIA PERSONAL. Porcentaje de margen agregado al tiempo normal para compensar el tiempo requerido para la satisfacción de las necesidades personales del operario.

2.4.5.2.2. CLASIFICACION Y APLICACION DE LAS TOLERANCIAS.

Tipos de tolerancia:

1.- Aplicadas al tiempo total del ciclo: Se expresan como un porcentaje del tiempo ciclo e incluyen retrasos como los de satisfacción de necesidades, limpieza de la estación de trabajo o lubricación del equipo.

2.- Tolerancias aplicables al tiempo de empleo de la máquina: Comprenden el tiempo para el cuidado de las herramientas y variaciones de la potencia de los equipos.

3.- Tolerancias aplicables al tiempo de esfuerzo: Cubren retrasos, fatiga y ciertas demoras inevitables por factores extraordinarios.

El establecimiento de un porcentaje de tolerancia se realiza mediante estudios de muestreo de trabajo o bien de estudios de productividad.

Para el presente trabajo se eligió el Método de muestreo de trabajo ya que:

- No requiere que el operario esté expuesto a largos

periodos de observaciones cronométricas.

- Las operaciones de grupos de operarios pueden ser estudiadas fácilmente por un sólo analista.

2.4.5.2.3. DEFINICIONES TECNICAS.

$$\begin{aligned} \text{(Ec. 2) TOLERANCIA REQUERIDA} & & \# \text{ total de retrasos} \\ \text{POR EL OPERARIO PARA} & & \text{registrados.} \\ \text{EL AJUSTE DE RETRASOS} & = & \frac{\hspace{10em}}{\hspace{10em}} \\ & & \# \text{ total de observaciones} \\ & & \text{durante las cuales el} \\ & & \text{operario efectúa trabajo} \\ & & \text{productivo.} \end{aligned}$$

TIEMPO PRODUCTIVO: Tiempo empleado al hacer avanzar un producto hacia sus especificaciones finales de producción.

TIEMPO IMPRODUCTIVO: Tiempo durante el cual el trabajador u operario no produce nada.

TIEMPO DE CICLO: Tiempo medido para un ciclo completo de trabajo a diferencia del de los elementos o componentes del ciclo.

TIEMPO DE NORMALIZACION: Tiempo requerido por el operario normal o estándar para realizar la operación con velocidad estándar, sin ninguna demora por razones personales o circunstancias inevitables.

TIEMPO NORMAL = Tiempo promedio de operación, multiplicado por el factor de calificación.

TIEMPO ASIGNADO: Tiempo utilizado por el operario

normal para efectuar una operación mientras trabaja a un ritmo o rapidez estándar de actuación con el margen apropiado por demora personal, retrasos inevitables y por fatiga.

CALIFICACION DEL OPERARIO: Es la asignación de un valor o porcentaje al tiempo medio observado de un operario, con base en la productividad real de éste comparada con la conceptualizada como normal por el observador.

$$\text{(Ec. 3) Factor de Calificación} = \frac{\text{Velocidad de trabajo observada}}{\text{Velocidad de trabajo normal}}$$

Al calificar la velocidad normal se designa como 100% o la unidad y la velocidad real se juzga de acuerdo a esto.

Una vez obtenida la valoración se calcula el tiempo normal por medio de :

$$\text{(Ec. 4) } T_n = P * O$$

donde:

T_n: Tiempo normal calculado.

P : Factor de calificación por velocidad.

O : Tiempo medio elemental.

REGLAS QUE SE CONSIDERAN PARA EFECTUAR LA DIVISION EN ELEMENTOS DE UNA OPERACION:

1) Asegurarse de que todos los elementos ejecutados son necesarios; si no lo son, se debe interrumpir el estudio

de tiempos y hacerse un estudio de métodos para desarrollar el que más convenga.

2) Separar el tiempo máquina y el tiempo normal.

2.4.5.3. MATERIAL EMPLEADO EN EL ESTUDIO.

El equipo que requiere un estudio de tiempos comprende:

a). Cronómetro: Se utilizó un cronómetro decimal de minutos, ya que se puede leer y registrar con facilidad los tiempos. Consta de una carátula con cien divisiones, cada una de ellas corresponde a 0.01 de minuto, por lo tanto una vuelta completa de la manecilla mayor requerirá un minuto. El cuadrante pequeño tiene 30 divisiones y cada una corresponde a 1 minuto. Para ponerse en funcionamiento se deberá mover la corredera lateral hacia la corona y para detenerlo deberá alejarse la corredera de la corona. Si se presiona la corona las manecillas vuelven a cero sin que se detenga el mecanismo y desde ese punto se vuelve a poner en movimiento. Este aparato deberá ser verificado y limpiado periódicamente ya que es un instrumento delicado.

b). Tablero: Se debe utilizar un tablero ligero, liso, de madera contrachapada. En él se colocarán los formularios. Debe contar con un dispositivo para colocar el cronómetro.

c). Calculadora. Se requiere para contabilizar los tiempos y efectuar rápidamente los cálculos y con exactitud.

d). Cinta métrica y regla graduada. Ambos instrumentos se requieren para medir tanto diversas áreas de la planta como trayectorias de los materiales y dimensiones de éstos.

e). Cuaderno de notas. Utilizado para realizar anotaciones sobre las distintas operaciones que se efectúan.

f). Formas impresas de Estudio de Tiempos. Se utilizan varios tipos distintos, ya que con todas ellas se logra un mejor orden y organización de los datos tomados, previniendo omisiones.

Las formas impresas del estudio de tiempos constan de:

1) Fecha.

2) Número de estudio.

3) Número de ciclos a observa.

4) Espacios destinados a la anotación de elementos de la actividad.

5) Todos aquellos datos que hacen que el estudio se pueda identificar en cualquier momento.

g). Tabla con indicación de duración de ciclo y el número de ciclos a observar. Usada para indicar el número de veces en que se debe tomar el tiempo de un ciclo, en

función del tiempo de duración de éste.

TABLA No. 1

TIEMPO DEL CICLO min./ciclo	NUMERO RECOMENDADO DE CICLOS CICLOS
.10	200
.25	100
.50	60
.70	40
1.00	30
2.00	20
4.00-5.00	15
5.00-10.00	10
10-20	8
20-40	5
40	3

2.4.6. TECNICAS DIVERSAS DE ESTUDIO DEL TRABAJO.

Dentro del Estudio del Trabajo se han desarrollado varias técnicas auxiliares que sirven para mejorar cada uno de los aspectos del proceso productivo. Algunas de estas técnicas se enumeran a continuación:

2.4.6.1. PRINCIPIOS DE LA ECONOMIA DE MOVIMIENTOS.

Desarrollados por Frank Gilbreth y perfeccionados por el Prof. Barnes. Se clasifican en tres grupos:

Utilización del cuerpo humano.

1. Ambas manos deben comenzar y terminar sus movimientos al unísono.

2. No deben estar ambas manos desocupadas a un mismo tiempo, excepto en los periodos de descanso.

3. El movimiento de los brazos debe efectuarse simultáneamente y en direcciones opuestas simétricas.

4. Los materiales y las herramientas deben colocarse de tal manera que permitan la mejor secuencia posible de los movimientos.

5. Los movimientos de la mano y del antebrazo se prefieren a los del hombro y del brazo para los trabajos ligeros.

6. El ritmo es esencial para que la ejecución sea automática y eficaz.

7. Las herramientas, los materiales y los controles deberán colocarse cerca del operario y directamente frente a él.

8. Deben utilizarse alimentadores y recipientes que operen por medio de la gravedad para abastecer los materiales cerca del punto en el que serán utilizados.

9. La manipulación por gravedad debe usarse siempre que sea posible.

10. Las manos deben de ser liberadas de todo trabajo que se pueda realizar más ventajosamente por medio de una

guía fija o de un dispositivo operado con el pie.

11. Los movimientos fluidos y continuos de las manos se prefieren a los movimientos en zig-zag y en línea recta con cambios de direcciones súbitos y violentos.

Distribución del lugar de trabajo.

1. Debe haber un sitio definido para materiales, máquinas y herramental; y todos ellos deben regresar a ese lugar después de ser utilizados.

2. Debe aprovecharse al máximo la fuerza de gravedad para los depósitos y medios de abastecimiento.

3. Herramientas, materiales y mandos deben situarse dentro del área máxima de trabajo.

4. Los materiales deben situarse de forma que se de a los movimientos la mejor secuencia posible.

5. Es preferible utilizar depósitos para despachar el trabajo terminado por el operario, que el uso de sus manos.

6. Debe buscarse la postura más cómoda para el operario, dando la opción de realizar su trabajo sentado o de pie.

7. El color del fondo o superficie de trabajo deberá contrastar con el de la tarea que se realiza.

Máquinas y herramientas.

1. Es preferible que los objetos se sostengan mediante plantillas o dispositivos a que el trabajador

ocupe sus manos en ello.

2. Siempre que sea posible deben combinarse dos o más herramientas.

3. Para las operaciones con dedos, debe distribuirse la carga de acuerdo a la capacidad del dedo.

4. Los mangos, manivelas y elementos similares deben diseñarse de modo que la mayor cantidad posible de superficie esté en contacto con la mano del operario.

5. En general, volantes, palancas y todo elemento de mano o control debe situarse de modo que exija el mínimo de esfuerzo mecánico por parte del operario.

2.4.6.2. EFICIENCIA DE LA MANIPULACION

Se puede mejorar respetando ciertas normas:

1) Incrementando el tamaño o el número de unidades manipuladas a la vez. De ser necesario, modificar el diseño y embalaje del producto para así lograr con mayor facilidad ese resultado.

2) Aumentar la velocidad de manipulación siempre que sea posible y económico.

3) Aprovechar la fuerza de gravedad siempre que sea posible.

4) Disponer de suficientes contenedores, paletas, plataformas, cajas, etc. con el fin de facilitar el transporte.

5) Dar preferencia, en lo posible, al equipo de manipulación.

6) Tratar que los materiales se desplacen lo más posible en línea recta con pasillos despejados.

2.4.6.3. SIMBOLOGIA DE LOS CURSOGRAMAS.

OPERACION: Una operación representa los pasos principales en el proceso. Algo se crea, se cambia o se adiciona. Generalmente la inspección, el transporte, las esperas y el almacenamiento son elementos más o menos auxiliares. En la operación participan acciones tales como: la formación, el modelado, el montaje y el desmontaje.

TRANSPORTE: El Transporte es el movimiento del material o del empleado en estudio, de una posesión o localización a otra. Cuando el material se deposita a unos dos o tres pies a lado del banco o de la maquinaria donde se lleva a cabo la operación, los movimientos realizados en la obtención del material antes de efectuar la operación, y la acción de dejarlo en su sitio después de la operación, se consideran como parte de la misma.

INSPECCION: La Inspección se efectúa cuando un artículo o un número de artículos, son comprobados, verificados, revisados o examinados en cuanto a cantidad o calidad, sin ser modificados.

ESPERA: Una Espera acontece cuando las condiciones no permiten o no requieren la ejecución inmediata de la siguiente acción programada.

ALMACENAMIENTO: El Almacenamiento se efectúa cuando algo permanece en un lugar sin ser trabajado, o sometida a un proceso regular, en espera de una acción posterior en una fecha futura, o de almacenamiento permanente o de ser desechado.

2.4.6.4. CONCEPTOS BASICOS.

El éxito del procedimiento en el análisis sistemático de un proceso, depende directamente de la precisión con que se registren los datos.

Para facilitar la interpretación y comprensión de un procedimiento se ha encontrado que la forma más práctica de llevarlo a cabo es a través de Diagramas. Para unificar criterios acerca de éstos se han clasificado en dos tipos: a) En sucesión sin reproducción a escala, y b) En sucesión y a escala (para analizar interrelaciones).

A lo largo de el presente trabajo se utilizaron

algunos de ellos, mismos que se explican a continuación:

Cursograma: Diagrama en que la sucesión de hechos se representa mediante símbolos que ayudan al lector a hacerse una imagen mental de un proceso con objeto de examinarlo y perfeccionarlo.

Diagrama de Recorrido: Es un modelo más o menos a escala que muestra el lugar donde se efectúan actividades determinadas y el trayecto seguido por los trabajadores, materiales o el equipo a fin de ejecutarlas. También se le conoce como Diagrama de Circuito.

Diagrama Bimanual: Es un cursograma en el que se consigna la actividad de las manos (o extremidades) del operario, indicando la relación entre ellas.

Cursograma Analítico: Es un diagrama que muestra la trayectoria de un producto o procedimiento, señalando todos los hechos sujetos a examen mediante el símbolo que corresponda. Se puede realizar sobre tres bases:

El Operario: Diagrama de lo que hace la persona que trabaja.

El Material: Diagrama de la manipulación de un material, componente o producto.

El Equipo o Maquinaria: Diagrama de la forma en que se emplean éstos.

2.4.6.5. CONDICIONES DE TRABAJO.

Según lo han revelado estudios realizados por diversas instituciones como la O.I.T. (Oficina Internacional del Trabajo), preocupadas por la productividad en las empresas, existe una estrecha relación entre la Productividad misma y las Condiciones de Trabajo. De éstas, la iluminación y la ventilación son las que inciden en mayor grado.

Condiciones de trabajo deficientes producen insatisfacción en los trabajadores, y con ello una sensible disminución de la calidad de las labores y de los productos obtenidos. Así aparece el "Costo Social del Trabajo" que se relaciona con manifestaciones violentas y actitudes agresivas del personal laboral hacia la institución que no está brindando las condiciones mínimas deseables.

2.4.6.6. ACCIDENTES DE TRABAJO.

De este modo, un medio en condiciones de trabajo no deseables será propicio para mayor cantidad de Accidentes de trabajo. Se ha determinado que los motivos de la mayoría de los accidentes de trabajo no son las máquinas más peligrosas o las substancias más dañinas, sino los actos comunes como tropezar, manipular inadecuadamente o sin cuidado los objetos; además, suceden entre las

personas más aptas, no lisiados o minusválidos, sino entre gente joven. Esto podría interpretarse como un indicio de que los accidentes son originados por negligencia y no el riesgo en sí mismo.

A través del tiempo, con la evolución de equipos y procesos, los riesgos han ido modificandose, su número se ha incrementado pero ha disminuido su gravedad. En realidad por esa misma razón se deduce que son varios los factores que se conjugan para provocar los accidentes, es decir éstos son producto de toda una situación específica.

Por estas razones y para la prevención de accidentes se sugiere aplicar los siguientes criterios: Reducir al mínimo los casos potenciales a través de inspección y mantenimiento, y reducir el transporte y manipulación de materiales lo máximo posible.

2.4.6.7. HIGIENE INDUSTRIAL. ENFERMEDADES PROFESIONALES.

Cada vez se hace más difícil distinguir entre una enfermedad profesional y una no-profesional en las empresas. Esto se debe a que factores como el ruido, la contaminación atmosférica y otros más producen enfermedades de origen neoropsíquico y psicossomático, en un plano donde resulta imposible distinguir entre lo "profesional" y lo que no lo es.

La corrección de este tipo de ambientes es sumamente compleja. En la realidad es en el proceso de diseño donde se puede llevar a cabo la verdadera prevención, y en ambos casos un criterio se hace primordial: el sistema de protección debe ser de tipo colectivo, ya que los trabajadores muy difícilmente utilizarán equipo de protección individual.

2.4.6.8. OTRAS CONDICIONES GENERALES.

El Local de trabajo es uno de los elementos que pueden afectar más directamente las condiciones de los trabajadores. La contaminación física y auditiva que éstos perciban será inversamente proporcional a la protección que brinde el local. El diseño de los lugares de trabajo debe contemplar esa situación, siguiendo en general esta recomendación: Deben aislarse, en la medida de lo posible, las operaciones que impliquen peligros o molestias a otras áreas, con lo que se obtienen dos beneficios, minimizar el riesgo para otros trabajadores y evitar incomodidad generalizada en la planta o empresa.

El Orden es otro factor preponderante cuyo efecto podemos resumir de la siguiente manera, "No basta una buena instalación original, si ésta no es mantenida así". Existen unas cuantas reglas que es necesario respetar

para lograr el orden de un área; no se deben apilar los objetos, y su disposición debe ser bien estudiada y de acuerdo a la continuidad en el uso de tales materiales, debe existir un sitio para cada elemento o herramienta, ya que de no ser así se posibilitará a los trabajadores a colocar sus implementos de trabajo en lugares inadecuados. Todo debe estar señalizado para facilitar al trabajador su uso.

La Limpieza es tan importante como el Orden. Se debe considerar la limpieza en general, tanto del lugar de trabajo como de los implementos y materiales utilizados. Cuando las labores contemplan el uso de sustancias tóxicas es preciso que el lugar y especialmente la ropa del trabajador se encuentre en perfecto estado de pulcritud para reducir el riesgo de absorción por la piel.

La Iluminación tiene un efecto drástico en el rendimiento y desarrollo de las labores en la industria. Se dice que el 80% de la información que se requiere para realizar un trabajo se obtiene por la vista. Además de que la falta de iluminación evidentemente es causa de accidentes, disminuye la motivación del trabajador y en casos extremos produce en él reacciones negativas como fatiga y aburrimiento, especialmente en labores que exigen de gran precisión o exactitud. Usualmente incide

en gran magnitud en la productividad y es fácil mejorarla. Para las operaciones de precisión, en ocasiones basta con cambiar el color del fondo donde se realizan o de la pieza misma; si esto no es suficiente puede incrementarse la intensidad de la luz o realizar modificaciones en este sentido.

Estos factores y otros más según los casos específicos de cada industria, afectarán la productividad. Con frecuencia una modificación oportuna producirá enormes beneficios, al trabajador y a la empresa.

3. ANALISIS DE LOS PRODUCTOS DE LA EMPRESA QUIMICA FOLIAR.

3.1. CARACTERISTICAS DEL ESTUDIO.

De acuerdo a los fundamentos teóricos expuestos en el presente trabajo y a la formación que proporciona la carrera de Ingeniería Industrial, se presenta un análisis de productividad de algunos de los productos que la empresa Química Foliar, S.A. de C.V. maneja en su línea de producción.

Estos productos se seleccionaron de entre todas las distintas líneas, por encontrarlos más representativos, ya que los procesos son completamente análogos.

3.2. PRODUCTO: BAYFOLAN.

El BAYFOLAN es un fertilizante foliar, líquido, color verde botella transparente con P.H. de 6.5, y densidad aparente de 1.232 gr/cm³ a 20°C, viscosidad alrededor de los 3.5 centipoises, con 3.8% de sólidos. Es espumoso debido al sulfatante que contiene. Está constituido por Nitrógeno, Fósforo y micronutrientes. Su aplicación es aérea. Es utilizado como suplemento de nutrientes para hortalizas. Se produce en presentación de 1 litro.

Actualmente se encuentran 9 personas en la línea de llenado. Las cajas de este producto vienen armadas, sólo requieren ser pegadas para cerrarse con Silicato.

Para llevar a cabo la producción de BAYFOLAN se utilizan diferentes tipos de llenadoras. En este caso se observó al operario de la llenadora de cinco boquillas la cual se implementa a partir de un transportador de materiales líquidos. Existe otra llenadora de 1 boquilla.

Esta es una breve descripción de la operación de llenado:

Entran a la llenadora cinco botellas vacías, que se posicionan debajo de cada una de las cinco boquillas correspondientes, se oprime el pedal que deja salir el líquido por éstas hacia las botellas para llenarlas. El operador manualmente las transporta hacia la mesa de trabajo adjunta, donde se efectuarán otras operaciones como taponado, etiquetado, limpieza de sobrante, pegamento y empaquetado.

NOTA: Para la presentación en botellas de un litro solo se utiliza un tapón y para la de cuatro litros se usa un tapón y un bajo-tapón.

En el estudio se especifican las diferentes operaciones realizadas por el operario. El ciclo se acaba cuando el operario de la máquina llenadora oprime el

pedal, para volver a iniciar el ciclo.

Haciendo referencia al punto 2.4.6.4. tenemos que:

En la Diagrama #1 se presenta el diagrama bimanual del proceso Actual que sigue el operario. Al respecto se puede comentar, tomando en cuenta las consideraciones del punto 2.4.5.2. y sus apartados, lo siguiente:

Se tiene un desperdicio de tiempo por el movimiento de cajas que se explica más adelante, el cual tarda aproximadamente 3 segs. en promedio por llenado de 5 botellas.

Se puede mencionar también del desperdicio de tiempo que existe cuando las botellas llenas permanecen en la llenadora mientras que el operador abre otra caja.

El tiempo que un operador tarda en abrir una caja es de aproximadamente 4 segundos. La caja contiene 60 botellas, es decir, cada 12 llenados de 5 botellas cada uno, se abre una caja. Es posible abatir ese tiempo si una persona distinta del operario abre las cajas. Sin embargo el beneficio en productividad es mínimo en comparación con lo que puede cubrir por sí sólo el incremento en rendimiento de los operadores con una correcta dirección y coordinación, y que muy probablemente tendrá un costo menor a los \$10,080.00 por día que costaría un empleado en cumplimiento de tal función.

En los diagramas se presenta una de las "rutas" posibles para llevar a cabo las operaciones. Sin embargo no es la única, también pueden seguirse las siguientes:

"Ruta A"

El operador:

- 1) Saca la botella 5 llena y coloca la botella vacía en dicho espacio.
- 2) Saca las botella 2 y 4 llenas y coloca las botellas vacías en los espacios correspondientes.
- 3) Saca las botella 1 y 3 llenas y coloca las botellas vacías en los espacios correspondientes.

"Ruta B"

El operador:

- 1) Saca la botella 1 llena y coloca la botella vacía en dicho espacio.
- 2) Saca las botella 2 y 4 llenas y coloca las botellas vacías en los espacios correspondientes.
- 3) Saca las botella 3 y 5 llenas y coloca las botellas vacías en los espacios correspondientes.

Tomando como base la teoría que aparece en el apartado 2.4.6.1. se puede comentar de estas dos rutas, que son más incómodas y exigen del operario mayor esfuerzo que el que requiere la que se analizó como básica.

Un cambio de ruta, una vez que ésta se ha definido,

puede ser negativo ya que rompe con la rutina trayendo como consecuencia el entorpecimiento de los movimientos de los operadores.

A continuación se presenta una valoración del proceso en términos de tiempo tal y como fue observado:

El llenado se realiza en:	10	segs.
	+	
Las operaciones en:	13	segs.
	<hr/>	
Total de tiempo utilizado:	23	segs.

Según el ajuste por Estudio de Tiempos tenemos, sustituyendo en la Ecuación 4:

$$\begin{aligned}\text{Tiempo Normal} &= \text{F.N.} * 23 \text{ segs.} \\ &= 85\% * 23 \text{ segs.} \\ &= 19.55 \text{ segs.}\end{aligned}$$

De manera que, haciendo referencia al apartado 2.4.5.2.3. tenemos que:

$$\begin{aligned}\text{Tiempo Asignado} &= 19.55 \text{ segs.} + \text{Tolerancia} \\ &= 19.55 \text{ segs.} + 13\% (19.55) \\ &= 22.09 \text{ segs.}\end{aligned}$$

Si se consideran 32,400 segs. por turno (de 9 horas) entonces se obtendría una producción de aproximadamente 7,333 litros por turno.

$$\text{Esto es: } 32,400 / 22.09 * 5 = 7,333$$

Sin tomar en cuenta el tiempo que se tardan en abrir una caja.

El Diagrama #2 corresponde al diagrama bimanual del operario de la llenadora de 5 boquillas del proceso Propuesto. Las mejoras implementadas en éste se presentan a continuación:

Aplicando el contenido del apartado 2.4.6.1. encontramos:

Al inicio del turno es necesario que se provea al puesto de trabajo con el número de cajas que requerirá para empaquetar la producción.

En este proceso Propuesto se elimina un tiempo ocioso que se producía anteriormente, ya que ahora se utilizan ambas manos para sacar las botellas vacías de la caja, con lo que se evita un movimiento de la mano del operario para sacar las botellas vacías de la caja y se elimina el tiempo que la llenadora permanecía ociosa mientras se sacaban las botellas.

Como se comentó, se propone seguir la ruta descrita en el Diagrama #2, ya que con ello se logra seguir una rutina, porque los movimientos del operario se hacen con ritmo, este ritmo se mecaniza y una vez mecanizado las operaciones de éste se hacen inconscientemente, con lo que se adquiere mayor velocidad, menor esfuerzo por parte del operario y mayor precisión en sus movimientos.

Una recomendación adicional es que las botellas se saquen conforme van dejando de escurrir para perder menor

cantidad de producto por desperdicio. Es evidente el beneficio, aunque muy difícil de cuantificar.

Para el procedimiento propuesto:

El llenado se realiza en:	10	segs.
	+	
Las operaciones en:	10	segs.
	<hr/>	
Total de tiempo utilizado:	20	segs.

Según el ajuste por Estudio de Tiempos tenemos:

Tiempo Normal = F.N. * 20 segs.
= 85% * 20 segs.
= 17 segs.

Tiempo Asignado = 17 segs. + Tolerancia
= 17 segs. + 13% (17 segs.)
= 19.21 segs.

Si se consideran 32,400 segs. por turno (de 9 horas) entonces se obtendría una producción de aproximadamente 8,433 litros por turno.

Esto es: $32,400 / 19.21 * 5 = 8,433$

Sin tomar en cuenta el tiempo que se tardan en abrir una caja. Cabe señalar que aún cuando la consideración mencionada se hace en ambos casos, de acuerdo a las mediciones reales las producciones netas obtenidas fueron alrededor de estos resultados pronosticados sin tomar el tiempo en la apertura de cajas, lo que se justifica por

los diferentes rendimientos de cada uno de los
trabajadores.

3.3. PRODUCTO: QF 20,30,10.

Es un fertilizante compuesto por Nitrógeno, Pentóxido de Fósforo y Óxido de Potasio. Se caracteriza por ser sólido, cristalino y color verde limón; en granulometría pasa 100% malla 40, es decir un diámetro máximo aproximado de 0.33 mm. Posee una humedad de 5.5 % y una densidad aparente, en reposo, de 0.67 gr/cm³. Contiene micronutrientes.

Por necesidades de la planta, para la manufactura de este producto se utiliza un transportador de cangilones, adaptándolo como llenadora, ocupando una cuadrilla de trabajo de 9 personas.

El Procedimiento se realiza de la siguiente manera:

Cada uno de los cangilones del transportador recoge material de un depósito y lo transporta hasta la posición del operador donde éste prepara, encima de un tambo de metal de diámetro pequeño, las bolsas vacías que llenará con el producto que descienda del embudo en el cual se encuentra el polvo que traen los cangilones, que tienen una capacidad aproximada de 250 grs. cada uno. A través del embudo fluirán periódicamente cantidades aproximadas de 1 Kg.

En cuanto la bolsa recibe el polvo es colocada en una mesa rectangular de metal, muy cercana al

transportador, donde se realiza el pesado, la cual en ambos lados tiene dos bancos y sobre ellos, colocadas cubetas (una en cada banco) con producto que servirá para rellenar las bolsas hasta que éstas adquieran el peso de 1 Kg. con una variación mínima. El operador pesará cada bolsa y agregará o retirará el material necesario ayudándose con una paleta.

Para el sellado y empaque, las bolsas se transportan a una segunda mesa, cercana a la primera.

Se realizó un análisis, concluyendo que los principales problemas que el proceso de este producto presenta son los siguientes:

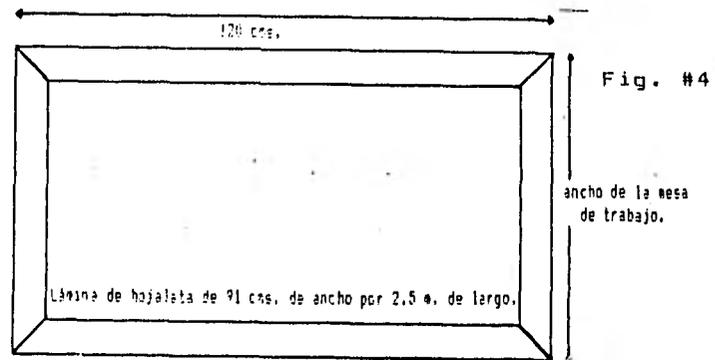
Al tomar las bolsas vacías para ser llenadas, éstas se caían al suelo, puesto que se encontraban encima de un tambo, como ya se mencionó, de diámetro reducido de aproximadamente 58 cm.

Otro problema detectado fué la existencia de gran cantidad de desperdicio sobre las mesas de trabajo, abajo de la llenadora, sobretodo en el área de las patas de ésta, y en el área donde se colocan las cubetas con el producto para ser pesado.

Para solucionar estos problemas, se propusieron dos acciones, en base a lo tratado en el apartado 2.4.6.1.:

Para evitar el desperdicio sobre las mesas de trabajo se utilizarán charolas (ver Fig. #4); las que

evitarán la dispersión del polvo. Al final del turno cualquier operador podrá vertir el contenido de la charola en uno de los costales para que este material se pueda volver a utilizar.



Para evitar el desperdicio de las cubetas se colocaron cajones sostenidos por la mesa a una altura como la que aparece en la Fig.#5, ahorrando 7 Kgs. de producto en un lote de producción, de aproximadamente 7333 Kgs.

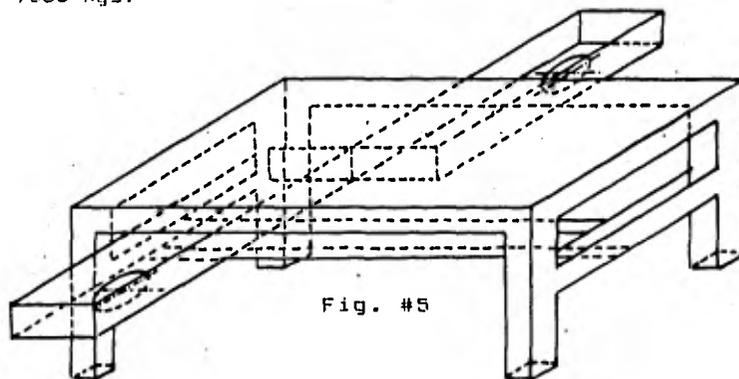


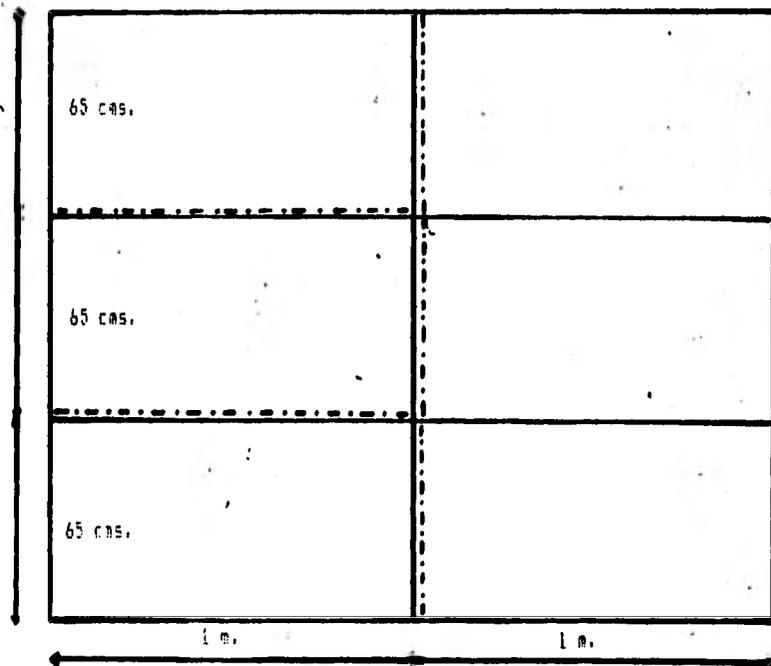
Fig. #5

El desperdicio generado debajo de la llenadora se recomendó usar un tapete hecho de costales cuyo origen es empaque de materia prima. Los costales se abrirán en dos y se cosen, verificando que el reverso del costal quede cara arriba, para que la superficie sea lo más lisa posible. Se utilizaron los costales porque éstos soportan el peso de la llenadora y además son resistentes. Anteriormente se usaban costales sueltos y al recoger estos caía el producto al piso, además que quedaban huecos entre los costales, y cuando el trabajador sacaba el costal que se encontraba debajo de una cubeta pequeña, esparcía el polvo en el piso. Ver Fig.#6.

Fig. #6

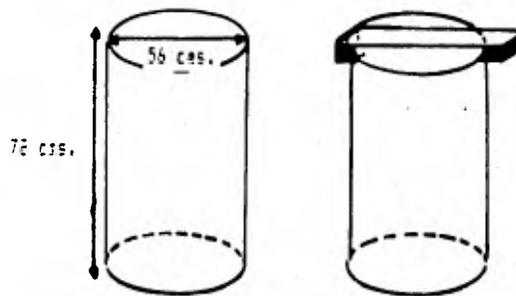
Costuras

Los costales se cosen al dorso.



Se utilizaba una cubeta debajo de la llenadora la que tenia diámetro muy pequeño y por esa razón no cumplía con la función de evitar el esparcimiento del polvo en el piso. Se sustituyó por un tambo de diámetro y altura mayores, ver Fig.#7. Por razones de buen orden el tambo que corresponda a cada una de las llenadoras deberá estar marcado con el color que identifica a la misma.

Fig. #7



El uso del tapete de costales se justifica en cualquier proceso con productos sólidos, por su resistencia y bajo costo, de hecho, prácticamente nulo.

La reducción de desperdicio en total con estas propuestas osciló entre un 70 y 80 %, cantidades que inciden directamente en la productividad del proceso.

3.4. PRODUCTO: NITROFOSCA 0047.

Fertilizante foliar que contiene Potasio (K), Magnesio (Mg) y Micronutrientes, de color rosa, sólido, pasa 100 % malla 40, tiene una densidad aparente de 0.71 gr/cm³, con humedad entre 3 y 4%, soluble en agua. Se aplica en el cultivo de papa, ya que ésta exige gran cantidad de Potasio.

Por las características del empaque, en bolsas de plástico y peso de 1 Kg., el proceso resulta análogo al del producto QF 20,30,10 en todos los aspectos.

A continuación se presenta un análisis comparativo de tiempos y rendimientos de dos procedimientos distintos de llenado, aplicables tanto a este producto, como al QF 20,30,10.

El Primer procedimiento analizado consiste en utilizar la "llenadora" (transportador adaptado) con dos personas llenando bolsas y otras dos personas, cada una, verificando el peso de las bolsas que entrega uno de los operarios que se encargan del llenado, y corrigiéndolo con material que se encuentra depositado en recipientes cercanos a la mesa de trabajo.

El Segundo procedimiento se realiza entre cuatro personas, cada una de las cuales tiene a su disposición una cubeta llena de producto y con ayuda de una paleta

llena a mano las bolsas y con una báscula pesa y corrige el contenido de cada bolsa.

El análisis numérico de la comparación aparece en el Diagrama #3. Los resultados fueron los siguientes:

Para el Primer procedimiento se obtuvieron 14 bolsas por minuto, es decir 840 bolsas por hora.

Para el Segundo procedimiento se obtuvieron 6 bolsas por minuto, 360 bolsas por hora.

Por lo tanto para igualar rendimientos sería necesario que en el Segundo procedimiento se empleara a seis personas en vez de cuatro, lo que incrementaría las necesidades de espacio y por supuesto, el costo asociado.

El análisis de COSTOS DIRECTOS, basado en un estándar de producción de 3 días para el total del lote de producto, es el siguiente:

PROCEDIMIENTO 1	PROCEDIMIENTO 2
4 Empleados a sueldo	6 Empleados a sueldo
sueldo mínimo, 3 días.	sueldo mínimo, 3 días.
4 * 3 * (\$10,080.00)	6 * 3 * (\$10,080.00)
Costo de la "llenadora". (Mantenimiento e instalación, un operario).	
\$10,080.00	
TOTAL	TOTAL
\$131,040.00	\$181,440.00

Se propuso utilizar un tambo y cajas como los de la Fig. #9 para facilitar al operario el movimiento para tomar las bolsas, con muy buenos resultados. Las cajas tienen las medidas necesarias según el tamaño de bolsa que se requiera (1 Kg o 4 Kgs.). Para las bolsas de 4 Kgs. se utiliza una tabla de madera forrada con acrílico, previamente lijada, sobre la cual se deslizan las bolsas desde debajo de la llenadora hasta la mesa de pesado, evitándole un esfuerzo innecesario al trabajador. Ver Fig. #8 y #9.

Fig. #8

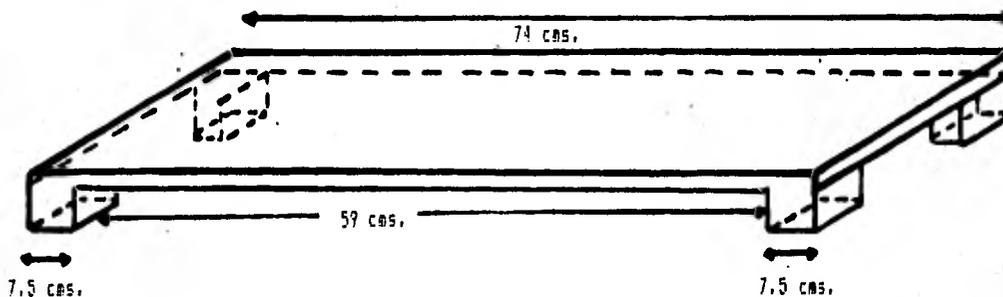


Fig #9



tambo con tapadera

3.5. PRODUCTO: FERTILON - COMBI.

Fertilizante foliar sólido en forma de microesferas, que contiene Potasio (K) y micronutrientes. Es en polvo seco (humedad: -1%), ligero, con densidad aparente de 0.48 grs/cm³, pasa 100% malla 80 y soluble en agua. Su función principal es dar micronutrientes por vía aérea. El Potasio (K) que contiene evita la infección de los mohos, que atacan a los cultivos.

Por ser un producto sólido, las características del proceso de empaque son muy similares a las mencionadas para el QF 20,30,10 o el Nitrofosca, pero con variantes significativas como las siguientes:

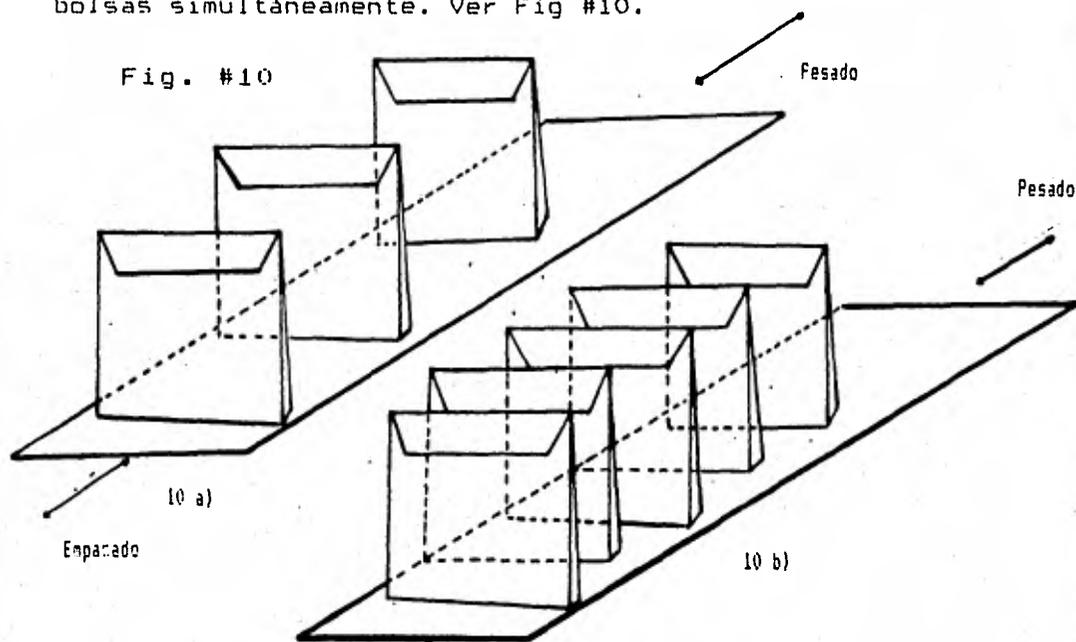
a) Es más caro que los otros dos, y por ello el desperdicio se hace crítico.

b) Como es de dimensiones muy pequeñas, el tratar de removerlo de los lugares donde se deposita, mediante una escoba, resultaba dañino para los trabajadores por la dispersión del polvo en el ambiente.

Por estas razones se realizó un estudio basado en los puntos 2.2. , 2.4.3. , 2.3.4. y 2.4.2. , donde destacaron las siguientes observaciones:

1.- La línea de producción, con transportador adaptado con la válvula poco abierta, desarrollaba un proceso lento a lo largo de la línea y con numerosos periodos de

ociosidad por el ritmo de llenado, de hecho la línea contigua de sellado de bolsas ni siquiera se utilizaba en un 100%, sólo se encontraba en ella un promedio de 3 bolsas simultáneamente. Ver Fig #10.



2.- Se desperdiciaba gran cantidad de producto, mismo que se depositaba en el suelo y sobre las mesas.

3.- Por la lentitud de las líneas de llenado y sellado, la línea de empaque estaba prácticamente sin carga real de trabajo.

Con sólo abrir más la válvula de salidad de la llenadora, de lo que acostumbraban los trabajadores se obtuvieron los siguientes cambios:

1.- Un ritmo consistente en la línea de llenado, de acuerdo a la capacidad estándar de los trabajadores, con

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

la consecuente eficientización de la línea de sellado que ahora se ocupa simultaneamente con cinco bolsas.

2.- El desperdicio de producto se incrementó en un 100%.

3.- La sección de empaque trabaja a un 100% de capacidad estándar.

Puede observarse que de los resultados obtenidos, el único negativo fue el incremento en desperdicio, para lo cual se propuso:

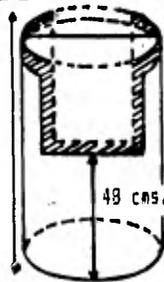
a) Utilizar cepillos de pelo en vez de escoba para recoger el polvo, ya que las escobas tienen cerdas de plástico que hacen que el polvo se disperse formando una nube alrededor del trabajador, teniendo éste la necesidad de descansar hasta que la nube se disuelve.

b) La colocación de un tambo de metal con las medidas y especificaciones que se indican en la Fig #11, de manera que la cubeta que se usaba anteriormente se colocara en medio del tambo diseñado para este fin, ya que allí cae la mayor parte del polvo. Esta cubeta al llenarse, se saca y su contenido es vertido en la llenadora, mientras que el tambo recibe el polvo correspondiente a la cubeta para que éste no caiga al piso. Anteriormente sin el tambo, al vaciar la cubeta el polvo caía al piso por espacio de aproximadamente 10 segs.

c) Usar charolas encima de las mesas para retener el polvo que cae de las bolsas cuando éstas pasan a ser

pesadas. Ver Fig. #4 y #11.

Fig. #11



d) Utilizar los cajones de la Fig.#5 y el tapete de la Fig.#6.

Con estas acciones se obtuvieron las siguientes ventajas sobre el procedimiento anterior:

- No se interrumpe la operación tan frecuentemente como antes, cuando la cubeta pequeña se llenaba y era vaciada a su vez a la llenadora, en varias ocasiones durante el turno.

- Se eliminó casi por completo el problema del polvo que al caer sobre los costales, no podía ser levantado o sacudido por ser tan fino. El desperdicio que no pudo eliminarse se retira con más facilidad con el tapete de costales, que con cada uno de ellos sueltos.

3.6. PRODUCTO: BAYFOLAN FORTE.

Fertilizante foliar similar en todas sus características al BAYFOLAN normal, y que contiene adicionalmente Fierro (Fe), Zinc (Zn) y Acidos húmicos. Su principal aplicación es en cultivos de Sorgo, Aguacate y Nogal ya que éstos requieren gran cantidad de estos metales.

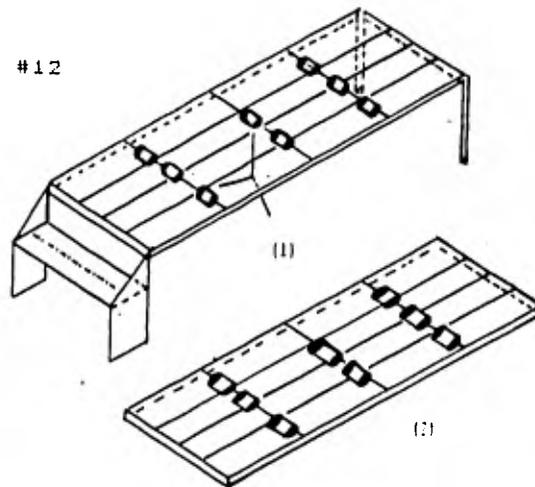
Para este producto se aplicaron las técnicas que aparecen los apartados 2.4.6.1. y 2.4.6.4. del presente trabajo, referentes a los Principios de Economía de Movimientos, y en general a la disciplina del Estudio del Trabajo.

Se realizaron Diagramas de Análisis de Proceso, tanto Actual (ver Diagrama #4) como Propuesto (ver Diagrama #5). Los comentarios respecto a ambos diagramas son los siguientes:

La persona encargada del traslado de cajas, lleva éstas una por una y toma mucho tiempo en ello; debiese almacenarlas en una carretilla y luego trasladarlas, o bien mandar las cajas en rodacargas, ver Fig.#12.

El silicato y la cinta reforzante se deben poner a las cajas al final de la banda y por una sola persona, de modo que un trabajador envía las cajas y otro las va colocando.

Fig. #12



El transporte de cajas vacías, cajas llenas y cartones en cruz, deberá hacerse a través de los rodacargas, cajas llenas por el rodacargas #1 y cajas vacías por el #2. De este modo, como se mencionó, a las cajas llenas se les colocará el pegamento y la cinta cuando lleguen al segundo trabajador que les espera. En cuanto a las cajas vacías, éstas serán recibidas por la persona que empaca, cada caja llevará dentro de ella los cartones sin armar para ser colocados en forma de cruz, por la persona que empaca o por la que envía las cajas, de acuerdo a la carga de trabajo para cada uno de ellos.

El procedimiento original para estas operaciones se realizaba de la siguiente manera:

Un trabajador se encargaba de colocar los cartones en cruz y los envases dentro de la caja, otro colocaba la cinta reforzante y un tercero transportaba las cajas. De

este último trabajador se analizó el rendimiento del tiempo que invertía, obteniendo los resultados presentados a continuación:

Realiza un viaje por caja llena. El viaje se realiza cada 16 litros, o sea 4 botellas en por caja y el tiempo que toma efectuado en esta operación es de 18 segundos por caja, pues camina 12 metros aproximadamente.

Para una producción de 10,000 litros se tiene:

$$\frac{10,000 \text{ litros}}{\quad\quad\quad} = 2,500 \text{ Envases de 4 lt.}$$

4 litros (por botella)

$$\frac{2,500 \text{ Envases}}{4 \text{ Envases (por caja)}} = 625 \text{ Cajas.}$$

Es decir, se realizan 625 viajes con cajas llenas hacia la salida de línea.

Para el caso de las cajas vacías, las primeras 6 ya están colocadas cerca del operario, entonces:

$$\begin{array}{r} 625 \\ - 6 \\ \hline 619 \text{ cajas por transportar} \end{array}$$

Se transportan el promedio 6 cajas por viaje del trabajador;

$$619 \text{ (cajas x transportar)} / 6 \text{ (cajas x viaje)} = 103.17$$

esto es; 104 viajes de cajas vacías.

El total de viajes por cajas, vacías y llenas es:

625 viajes con cajas llenas
+ 104 viajes con cajas vacías

729 viajes en total

Respecto al trabajador que transporta las bolsas que contienen 50 envases c/u al área de trabajo se puede decir: El transporte de bolsas con envase durante el turno, se debe a que algunas veces no hay espacio suficiente para la acumulación de bolsas llenas en el área de trabajo, ya que ésta es pequeña.

En una producción de 10,000 lts. se realizan dos viajes, por lo regular el segundo de ellos, casi para terminar la producción. El trabajador encargado del llenado es el que también se encarga de realizar el segundo viaje si éste es necesario. La llenadora se detiene para que el trabajador realice el viaje y esto es poco conveniente, ya que como se sabe los arranques de máquina requieren de mayor energía que la que se consume en pleno proceso. De un modo informal se puede pensar en instruir al trabajador para que, cuando detecte que los envases se estén terminando, solicite el material a uno de los ayudantes generales, de modo que él no realice el viaje y detenga la producción.

3.7. MEDIDAS GENERALES Y CAMBIOS ADICIONALES.

Por las características del sistema productivo de la Empresa se plantean medidas adicionales para los procesos, las cuales son aplicables a más de un producto.

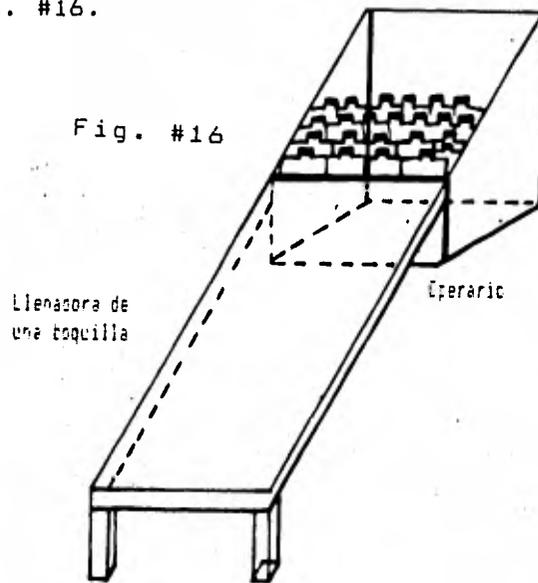
1). Para evitar la confusión de los materiales empleados en diferentes máquinas deberían marcarse con franjas de colores, por ejemplo si la llenadora se marca con un punto naranja, entonces todos los elementos adicionales que usen para ésta estarán marcados de ese mismo color. Si un elemento es útil para otro proceso o máquina como por ejemplo para el transportador adaptado, tendrá otra franja del color que pertenece al transportador y eso indicará que sirve para ambos.

La distinción de los elementos de los diferentes procesos, permite mejores mediciones en cuanto al rendimiento de los utensilios y su deterioro, en relación a su uso en un proceso o máquina. También evita pérdida de tiempo por desconocimiento del trabajador acerca de la correspondencia e identificación de materiales y procesos.

2). Para encontrar rápidamente una fuga o bien alguna falla eléctrica, por ejemplo, es necesario reconocer las tuberías de inmediato, lo cual se logra

pintando éstas de diferentes colores de acuerdo al material conducido o protegido. Por ejemplo el color azul para el agua y el verde para la instalación eléctrica. Esto elimina tiempos perdidos por búsqueda de fugas.

3). Para la llenadora de 1 boquilla es conveniente se adapte un cajon inclinado para que se puedan tomar los envases vacios con facilidad, y asi se tengan siempre a mano. Ver Fig. #16.



4). Para evitar el desgaste innecesario de los tanques por corrosión de las válvulas y nodrizas que se encuentran a la intemperie, es conveniente colocar pequeños recipientes, como latas vacias de contenidos diversos, pintadas con esmalte, sobre las válvulas como protección. Para las nodrizas un pequeño techo de lámina o plástico del largo de éstas, el cual se sujeta a un

muro es suficiente. Ambas medidas evitan el contacto de los agentes externos.

5). Para evitar horas-hombre perdidas por búsquedas innecesarias de herramientas, una reorganización del cuarto de mantenimiento es necesaria. Se tiene que hacer una clasificación de los materiales, misma que puede hacerse en pequeños cajones como los del mueble mostrado en la Fig. #15. Cada cajón deberá tener una etiqueta protegida por cinta adhesiva o barniz con un letrero grande y visible donde aparezca el contenido de éste.

Todo material se debe acomodar por zonas y subzonas de acuerdo a su tipo, por ejemplo, para la Zona de Pinturas se tendría:

Zona de Pinturas.

Subzona de Barnices.

Subzona de Diluyentes.

Subzona de Brochas.

Subzona de Esmaltes.

Subzona de Estopa.

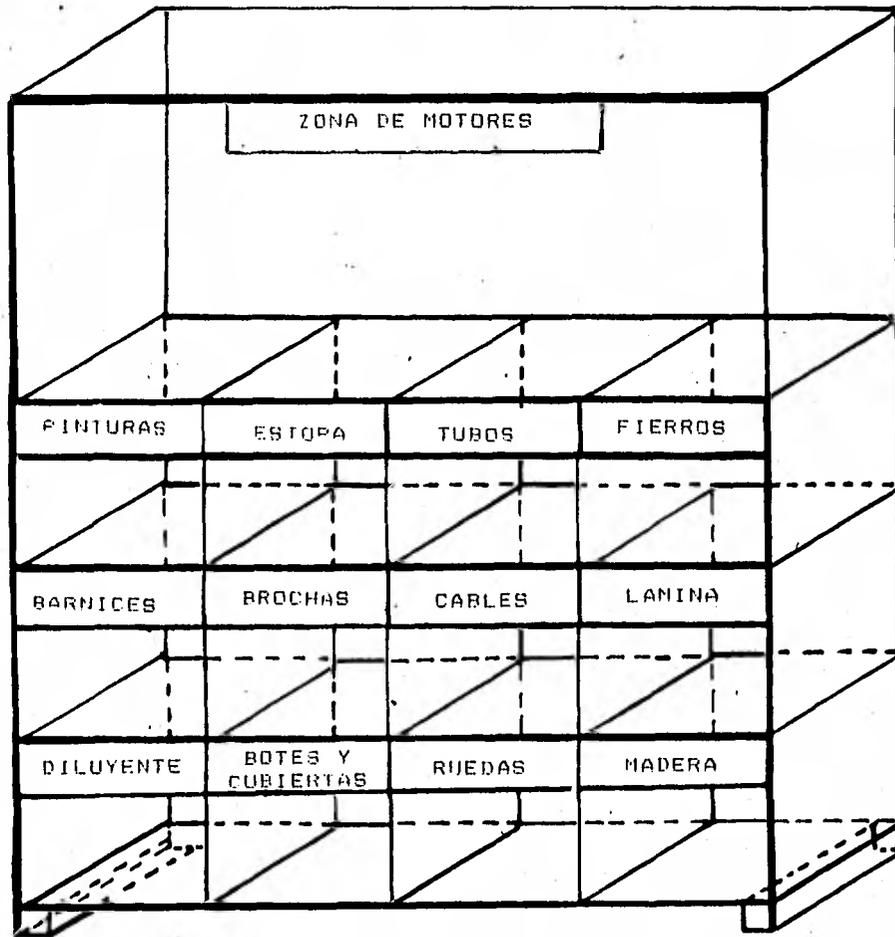
Uno de los beneficios es que se evita la duplicación en la compra de materiales, que por falta de organización no se encuentren y se vuelvan a adquirir. El tiempo total de una reparación disminuiría, ya que gran parte de éste consiste en la búsqueda e identificación de los elementos

requeridos para la reparación. El área de trabajo estará consistentemente más despejada y por esta razón el trabajador podrá realizar más comodamente su labor, como se comenta en el apartado 2.4.6.5..

Las herramientas de uso más frecuente deberán colocarse frente del puesto de trabajo, para evitar el tiempo que se utiliza en ir por ellas al área de mantenimiento cuando son requeridas. Así se evita también la colocación de materiales en zonas peligrosas.

7). El orden y planeación de la limpieza de los depósitos y máquinas es un factor que demuestra la productividad de una correcta Dirección de Operaciones. Si un molino donde se ha trabajado un producto para ser refinado no se lava inmediatamente, el producto se adhiere con mayor fuerza a las superficies interiores y exteriores, y aunque sea limpiado posteriormente no se retira totalmente. Si esta limpieza se realiza oportunamente evita tales situaciones, que pueden disminuir notablemente la duración de los equipos.

Fig. #15



4. CONCLUSIONES.

Los objetivos planteados pudieron evaluarse. Es posible obtener incrementos de productividad sin realizar inversión alguna. Estos incrementos variarán en cantidad e importancia de acuerdo a la industria de que se trate, al nivel cultural del personal involucrado, y en gran parte, al ambiente que rodee al centro de trabajo.

En la actualidad, en nuestro país, el entorno para gran cantidad de industrias es similar; existe resistencia a la realización de nuevas inversiones, ciertos controles de precios y un mercado, que en general, se encuentra en recesión. Esta situación a orillado a los industriales a buscar la productividad como estrategia de competitividad. Es aquí donde radica la importancia de la no-inversión; el que logre la mayor productividad será el más competitivo, el que alcanzará mayor cantidad de mercado y mejores márgenes.

La planta productiva de QUIMICA FOLIAR obtuvo incrementos en productividad de alrededor de un 10%, mismos que se trasladaron, prácticamente en su totalidad a las utilidades de la empresa. Esto representa un interesante diferencial comparado con los márgenes de la industria en cuestión.

El análisis que se llevó a cabo, llevó a conclusiones que podían parecer a primera vista, más o menos sencillas, pero que no habían sido descubiertas en virtud de no existir, por parte de los directivos de la empresa, una visión global del sistema, lo cual dificultaba la implementación de cambios estratégicamente benéficos para la eficiencia y productividad de la planta. La preparación académica de los autores de este trabajo como Ingenieros Industriales, fue un factor determinante para que fuese posible tener una visión más clara del sistema productivo como tal.

Idear mejoras para el centro de trabajo donde se realizaban las operaciones permitió evitar la continuidad del desorden y falta de organización reinante hasta antes del estudio, con lo que se muestra que en ocasiones una sencilla y coherente distribución de planta puede brindar cuantiosos beneficios como consecuencia de un verdadero seguimiento a los procedimientos y planeación óptima de las operaciones.

La conclusión más directa a partir del presente trabajo en el aspecto técnico, proviene del análisis de las tareas o procedimientos donde se aplicaron las técnicas analizadas en la introducción de este trabajo,

las cuales sugerían reducciones sustanciales de operaciones o movimientos, que al aplicarse dieron excelentes resultados.

Haciendo uso de las técnicas de Estudio del Trabajo y aplicando el enfoque de la Teoría de Sistemas de un modo juicioso, concreto y correcto se evitaron traslados innecesarios, que aunados a los ajustes en procedimientos obtuvieron como consecuencia más directa la disminución en la cantidad de mano de obra por unidad de trabajo.

Otra consecuencia importante fue la mejora en la confiabilidad y calidad de los productos, ya que al reducirse operaciones se reduce la probabilidad de errores o fallos.

Para llevar a cabo una labor como el análisis presentado, y en general todo esfuerzo enfocado a incrementar productividad, es indispensable trabajar con la gente. La motivación y el impulso que se logre del personal de la planta productiva será determinante para marcar el éxito o fracaso del proyecto. Como se menciona en la sección teórica de este trabajo, muchos autores ampliamente reconocidos descubrieron y desarrollaron estudios acerca de esta peculiar situación. Los objetivos de la empresa o del proyecto, deben hacerse suyos por

parte de cada uno de los involucrados y especialmente de la mano de obra directa. Precisamente es por ello que toda modificación benéfica del área de trabajo, que facilite la labor del personal redondeará en mejor productividad, por ser parte del objetivo y por brindar atención personalizada a los trabajadores que llevan a cabo directamente la tarea.

Un estudio dedicado y con el nivel de detalle necesario será siempre rentable para cualquier empresa, sobre todo si las labores desempeñadas en ella implican numerosas operaciones.

La preparación que se recibe en la Universidad Panamericana, en la carrera de Ingeniería Industrial, es una excelente base para que el profesional de la industria pueda mejorar y adaptar continuamente los sistemas de producción a sus condiciones particulares, económicas, tecnológicas y sociales, obteniendo los máximos beneficios de sus equipos y con el mayor rendimiento de su personal, en óptimas condiciones.

5. BIBLIOGRAFIA.

- 1) EDWARD V. KRICK
"Ingeniería de Métodos."
Limusa 1980, México D.F.
- 2) R.M. CURRIE
"Análisis y Medición del Trabajo."
Diana 1979, México D.F.
- 3) NIEBEL BENJAMIN W.
"Ingeniería Industrial. Estudio de Tiempos y Movimientos"
Representaciones y servicios de Ingeniería, S.A. 1980
- 4) OFICINA INTERNACIONAL DEL TRABAJO
"Introducción al estudio del Trabajo."
Limusa 1987, México D.F.
- 5) BOON GERALD KAREL
"Factores Físicos y Humanos en la Producción."
- 6) AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT (U.S.A.)
"Simplificación del Trabajo para el Aumento de la Productividad."
- 7) AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT (U.S.A.)
"Folleto del Centro Industrial de Productividad."
- 8) MARVIN EVERETT
"Estudio de Tiempos y Movimientos Mundel."
1984

- 9) MARVIN E. MUNDEL
"Principios y Prácticas."
Continental
Primera Edición, 1963
- 10) JOHN P. VAN GIGCH
"Teoría General de Sistemas."
Editorial Trillas.
2a. Edición 1987.
- 11) HARWOOD F. MERRILL
"Clasicos en Administración."
Editorial Limusa, S.A.
1982.
- 12) DIRECCION DE PROMOCION DE LA PRODUCTIVIDAD.
SUBDIRECCION DE ESTUDIOS DE PRODUCTIVIDAD EN EL
SECTOR INDUSTRIAL.
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS DE MEDICION DE LA PRODUCTI-
VIDAD INDUSTRIAL.
"Sinopsis sobre Productividad."
1985.

Diagrama #3.

COMPARACION DE TIEMPOS Y RENDIMIENTOS
PARA LOS PROCEDIMIENTOS.

FECHA: Julio de 1988.

PRODUCTO: OF 20-20-10 Y NITROFOSCA.

ELABORADO: CLAUDIA COLLADO ROMERO
OSCAR GONZALEZ LEGORRETA.

PROCEDIMIENTO 1						PROCEDIMIENTO 2					
LLENADO CON TRANSPORTADORA ADAPTADA.						LLENADO MANUAL.					
TIEMPO	#BOLSAS	TIEMPO	#BOLSAS	TIEMPO	#BOLSAS	TIEMPO	#BOLSAS	TIEMPO	#BOLSAS	TIEMPO	#BOLSAS
1	-	21	-	41	1	1	-	21	-	41	-
2	-	22	-	42	1	2	-	22	-	42	1
3	-	23	-	43	-	3	-	23	-	43	-
4	-	24	-	44	-	4	-	24	-	44	-
5	-	25	-	45	-	5	-	25	-	45	-
6	-	26	1	46	-	6	-	26	-	46	-
7	-	27	1	47	-	7	-	27	-	47	-
8	-	28	-	48	1	8	-	28	1	48	-
9	-	29	-	49	1	9	-	29	-	49	-
10	-	30	-	50	-	10	-	30	-	50	-
11	-	31	-	51	-	11	-	31	-	51	-
12	-	32	-	52	-	12	-	32	-	52	-
13	1	33	-	53	-	13	-	33	1	53	1
14	-	34	1	54	1	14	-	34	-	54	-
15	-	35	-	55	1	15	1	35	-	55	-
16	-	36	-	56	-	16	-	36	-	56	-
17	-	37	1	57	-	17	-	37	-	57	-
18	-	38	-	58	-	18	1	38	-	58	-
19	1	39	-	59	1	19	-	39	-	59	-
20	-	40	-	60	1	20	-	40	-	60	-

RESULTADOS:		RESULTADOS:	
14 BOLSAS / min.	840 BOLSAS / Hr.	6 BOLSAS / min.	360 BOLSAS / Hr.

PRODUCTO: BAYFOLAN FORTE Presentacion 4 Lt.

PROPUESTO:

EMPEZO: Colocación de botellas en la repisa.

ACTUAL: *****

TERMINO: Colocación de cajas en la salida de la línea.

FECHA: Julio de 1988.

ELABORO: CLAUDIA COLLADO ROMERO
OSCAR GONZALEZ LEGORRETA.

ACTIVIDAD: Secuencia de operaciones en la producción.

DESCRIPCION	CANTIDAD	DISTANCIA (metros)	TIEMPO (segs.)	SIMBOLOS					OBSERVACIONES	
				●	◆	●	■	▼		
Colocación de botellas vacias en la repisa.	5 botellas.		3	1						
Llenado.	5 botellas.		23	2						
Saca botellas anteriores y coloca en la mesa las botellas.	2 botellas.		0.45	3						
Coloca botellas vacias.	2 botellas.		0.45	4						
Saca botellas anteriores y coloca en la mesa las botellas.	2 botellas.		0.45	5						
Coloca botellas vacias.	2 botellas.		0.45	6						
Saca botellas anteriores	1 botella.		0.45	7						
Coloca botella vacia.	1 botella.		0.45	8						Se oprime un pedal y se vuelve a iniciar el ciclo (De 2 a 8).
Abre una bolsa de envases vacios.	50 botellas.			9						Cada 10 llenados se hace esta operación.
Transporta bolsas con botellas.	50 botellas.			1						Las bolsas estan fuera del area de trabajo.
TOTAL				9	1					

PRODUCTO: BAYFOLAN FORTE Presentacion 4 Lt.

PROPUESTO:

EMPEZO: Colocación de botellas en la repisa.

ACTUAL: *****

TERMINO: Colocación de cajas en la salida de la línea.

FECHA: Julio de 1982.

ELABORO: CLAUDIA COLLAZO ROMERO
OSCAR GONZALEZ LESORRETA.

ACTIVIDAD: Secuencia de operaciones en la producción.

DESCRIPCION	CANTIDAD	DISTANCIA (metros)	TIEMPO (segs.)	SIMBOLOS				OBSERVACIONES
				●	→	■	▼	
Pone una botella en la vascula.	1 botella.		10					
Lejaja la botella de la vascula.	1 botella.		11					
Colocación del tapón.	1 botella.		4.5	12				
Colocación del tapón.	1 botella.		4.5	13				
Fijación del tapón.	1 botella.		1	14				
Etiquetado.	1 botella.		4.5	15				
Limpieza y revisión de botellas.	2 botellas.		11	16		1		
Transporte de cajas vacias.	6 cajas.	12		104				5 cajas en promedio, aunque varia.
Colocación de cartones en cruz.	1			17				Si hacen falta cartones los solicita.
Colocación de envases en cajas y chequeo final.	1			18				Las bolsas estan fuera del area de trabajo.
TOTAL				9	104	1		

PRODUCIO: BAYFOLAN FORTE Presentacion 4 Lt.

PRPUESTO: *****

EMPEZO: Colocación de botellas en la repisa.

ACTUAL:

TERMINO: Colocación de cajas en la salida de la línea.

FECHA: Julio de 1988.

ELABORO: CLAUDIA COLLADO ROMERO
OSCAR BONZALEZ LEGORRETA.

ACTIVIDAD: Secuencia de operaciones en la producción.

DESCRIPCION	CANTIDAD	DISTANCIA (metros)	TIEMPO (segs.)	SIMBOLOS					OBSERVACIONES
				●	→	■	□	▼	
Colocación de botellas vacías en la repisa.	5 botellas.		3	1					
Llenado.	5 botellas.		23	2					
Saca botellas anteriores y coloca en la mesa las botellas.	2 botellas.		0.45	3					
Coloca botellas vacías.	2 botellas.		0.45	4					
Saca botellas anteriores y coloca en la mesa las botellas.	2 botellas.		0.45	5					
Coloca botellas vacías.	2 botellas.		0.45	6					
Saca botellas anteriores	1 botella.		0.45	7					
Coloca botella vacía.	1 botella.		0.45	8					Se oprime un pedal y se vuelve a iniciar el ciclo (De 2 a 8).
Abre una bolsa de envases vacíos.	50 botellas.			9					Cada 10 llenados se hace esta operación.
Transporta bolsas con botellas.	50 botellas.				1				Las bolsas están fuera del área de trabajo.
TOTAL				9	1				

PRODUCTO: BAYFOLAN FDRTE Presentacion 4 Lt.

PROPUESTO: *****

EMPEZO: Colocación de botellas en la repisa.

ACTUAL:

TERMINO: Colocación de cajas en la salida de la línea.

FECHA: Julio de 1988.

ELABORO: CLAUDIA COLLADO ROMERO
OSCAR GONZALEZ LEGORRETA.

ACTIVIDAD: Secuencia de operaciones en la producción.

DESCRIPCION	CANTIDAD	DISTANCIA (metros)	TIEMPO (segs.)	SIMBOLOS				OBSERVACIONES
				●	▶	■	▼	
Pone una botella en la vascula.	1 botella.		10					
Baja la botella de la vascula.	1 botella.		11					
Colocación del tapón y bajo tapón.	1 botella.	7.5	12					
Taponado.	1 botella.		0.5	13				Con máquina taponadora.
Etiquetado	1 botella.		4.5	14				
Limpieza y revisión de botellas.	2 botellas.		11	15				
Transporte de cajas vacías y separadores de carton.					2			Esta operación se hará junto con el transporte de cajas listas. Quedan eliminados 104 viajes. El transporte de los cartones se hará con las cajas.
TOTAL				6	1			

PRODUCTO: BAYFOLAN FORTE Presentacion 4 Lt.

PROPUESTO:

EMPEZO: Colocación de botellas en la repisa.

ACTUAL: *****

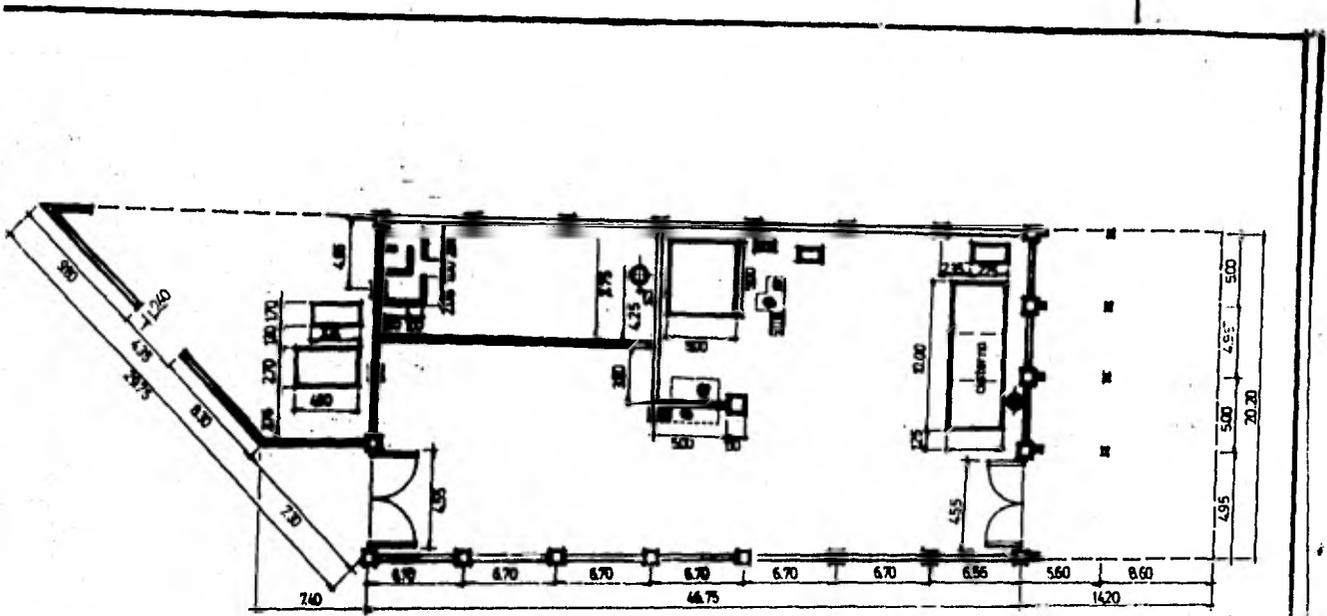
TERMINO: Colocación de cajas en la salida de la línea.

FECHA: Julio de 1988.

ELABORO: CLAUDIA COLLAO ROMERO
OSCAR GONZALEZ LEGORRETA.

ACTIVIDAD: Secuencia de operaciones en la producción.

DESCRIPCION	CANTIDAD	DISTANCIA (metros)	TIEMPO (segs.)	SIMBOLOS	OBSERVACIONES
Colocación de cartones en cruz.			15	● → ● ● ● ▼	
Colocación de envases en cajas y chequeo final.	1 Caja		17		Se hace una pequeña inspección.
Transporte de cajas y colocación del pegamento.			3		Por medio de rodacargas.
TOTAL			2	1	
GRAN TOTAL			17	3	



Levantamiento del terreno propiedad de QUIMICA FOLIAR, ubicado en calle de Urbina No.4, parque industrial Nauzalpan, Edo de México.

NOTAS
 ACOT - metros
 ESC - 1/200