

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

**“ESTUDIO PARA DETERMINAR APROVECHAMIENTO
REAL DE UN DEPARTAMENTO DE TABLETAS”.**

T E S I S

que para obtener el título de:

QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO

p r e s e n t a :

FLORENCIO ARMANDO AGUILAR VIQUEZ

México, D. F.

1977



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.

CLAS Tesis 1977
ABQ M-9
FECHA _____
PROC _____
S _____



QUIMICA

El autor agradece a la Gerencia y a todo el personal de los laboratorios Merck Sharp and Dohme S.A., la ayuda económica y las facilidades brindadas para poder realizar este trabajo.

Al Q.F.B. Eduardo Castillo,
con profunda gratitud.

Al Q.F.B. Fernando Vélez Orozco,
que fungió como director de esta tesis
y es ejemplo de profesionalismo, trabajo y honestidad.

A ti, Señor, que cantas en el corazón
una armonía más intensa que el silencio,
y me bañas de luz como un rayo que cae del infinito.

A MI MADRE:

Como un homenaje póstumo
a su vida ejemplar,
llena de amor y de sacrificio.

A TI, PADRE:

Por tu firmeza y apoyo,
que me animan a la lucha
y la perseverancia.

A MIS HERMANOS:

Ma. Antonieta, Roberto,
Rito, Meynardo, Dulce María,
Fidencio, Filiberto, Noel y Oreste.

A todos mis familiares,
amigos y bienhechores,
con cariño y gratitud.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.

FACULTAD DE QUIMICA.

TITULO DEL TEMA :

"ESTUDIO PARA DETERMINAR APROVECHAMIENTO
REAL DE UN DEPARTAMENTO DE TABLETAS".

NOMBRE DEL SUSTENTANTE :

FLORENCIO ARMANDO AGUILAR VIQUEZ.

CARRERA :

QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO.

AÑO:

1977.

Jurado asignado originalmente
según el tema.

PRESIDENTE: Q.F.B. FERNANDO VELEZ OROZCO.

VOCAL: Q.F.B. MARIA LUISA GARCIA PADILLA.

SECRETARIO: Q.F.B. MAGDALENA ACOSTA SEGURA.

1er. SUPLENTE: Q.F.B. MIGUEL ANGEL CEVALLOS LEAL.

2do. SUPLENTE: Q.F.B. FRANCISCO MIGUELES PRIETO.

Sitio donde se desarrollo el tema:

LABORATORIOS MERCK SHARP AND DOHME S.A.

Nombre completo y firma del sustentante:

FLORENCIO ARMANDO AGUILAR VIQUEZ.

Nombre completo y firma del asesor del tema:

Q.F.B. FERNANDO VELEZ OROZCO.

I N D I C E .

Capitulo.	Pag.
I.- Introducción.	4
II.- Conceptos y generalidades.	5
III.- Maquinaria y equipo.	13
1.- Tableteadoras de un punzón.	13
2.- Tableteadoras múltiples rotatorias.	14
3.- Condiciones del local.	16
IV.- Tiempos de operación.	30
V.- Tiempos inactivos, tiempos de paro ó tiempos muertos.	32
VI.- Desarrollo.	36
1.- Método directo.	36
2.- Método indirecto.	39
3.- Clasificación de las causas de paro.	42
VII.- Resultados.	52
1.- Cálculo de la producción teórica anual.	63
2.- Determinación de la merma en la producción.	63
3.- Comentarios y recomendaciones para aumentar el rendimiento.	70
VIII.- Resumen y comentarios.	77
IX.- Conclusiones.	80
Bibliografía.	81

C A P I T U L O I.

INTRODUCCION.

El presente estudio se realizó con el objeto de determinar el aprovechamiento o el rendimiento, en maquinaria y personal, en un departamento de tabletas. Para lograr ésto se tomaron datos, durante ocho semanas (dos meses), de los tiempos de operación, causas de paro, tiempos inactivos; producción diaria, semanal, mensual y total; velocidad de cada máquina, número de punzones utilizados; producto y número de lote; y los diversos factores que producen pérdidas y merma en el rendimiento y producción de las máquinas, y en general del área de tabletas.

Mediante ésto se busca conocer las causas que impiden que en el departamento de tabletas se tenga un 100 % de rendimiento y aprovechamiento de las máquinas y del personal, para solucionar en la medida de lo posible esta problemática.

C A P I T U L O II.

CONCEPTOS Y GENERALIDADES.

Un área ó departamento de tabletas es el lugar, dentro de la planta de un laboratorio farmacéutico, en el cual se comprimen o moldean los granulados que contienen las sustancias activas cuya presentación ó forma farmacéutica es de tabletas.

La presentación ó forma farmacéutica es la presentación o forma física de un medicamento debidamente dosificado y adecuado para su administración.

Tableta es una forma farmacéutica de dosificación sólida preparada por compresión o moldeo.

Las tabletas se administran generalmente por vía oral. Tienen varias ventajas sobre otras formas farmacéuticas de administración oral, tales ventajas son:

- a.- Precisión y exactitud de la dosis.
- b.- Duración de sus propiedades físicas durante el período de almacenaje.
- c.- Mayor estabilidad química del medicamento.
- d.- Mayor estabilidad de la actividad fisiológica del medicamento.
- e.- Conveniencia y facilidad en la administración.

El nombre del tipo de tableta indica que uso tiene, por ejemplo; sublingual, masticable, bucal, vaginal, efervescente, etc.

Otro tipo de tabletas son los núcleos para grageas, que básicamente se granulan y comprimen de la misma manera que cualquier tipo de tabletas, pero debido a la naturaleza del principio activo o al sitio en que se desea liberar, o bien para dar una mayor elegancia al producto, se recubren, en un proceso posterior, con una serie de capas hechas a base de polvos aglutinados con jarabes.

Una tableta que tenga una buena compresión debe poseer las siguientes características:

a.- Facilidad para liberar el medicamento en el momento y sitio adecuado.

b.- Resistencia al manejo mecánico durante la fabricación, acondicionamiento, almacenaje, envío y distribución.

c.- Libre de defectos tales como: raspaduras, roturas, decoloraciones, manchas y contaminaciones cruzadas.

d.- Adecuada estabilidad física y química en las condiciones de almacenaje. (1).

La fórmula general de una tableta es:

I.- Principio activo.

II.- Excipiente.

- Diluentes (cuerpo de la tableta).

- Aglutinante.

- Desintegrante.

- Lubricante.

La tableta está compuesta por uno o más principios activos y los coadyuvantes, conocidos como aditivos ó excipientes.

A.- Características del granulado.

Es importante que cada tableta tenga el mismo peso y contenga el principio activo, dentro de ciertos límites. Para tener un peso y una dosis constante en las tabletas se necesita tener un pólvo con una distribución uniforme del principio activo.

Los materiales que se usen para la compresión deben poseer dos características esenciales: fluidez y compresibilidad.

La fluidez es necesaria para transportar el material desde la tolva de la máquina tableteadora hasta las matrices de la misma.

La compresibilidad es necesaria para que al aplicar una presión sobre el granulado se forme una masa estable y compacta.

La granulación es el proceso farmacéutico mediante el cual se convierten los materiales pulverizados en agregados llamados granulos.

La compresión es el proceso para hacer un material más firme y sólido mediante presión. Este proceso aplicado a una partícula

o a un sistema granulado dá como resultado la formación de un -- cuerpo compacto el cual, en Farmacia, se conoce como tableta.

La unidad mecánica básica en la compresión de un granulado implica la operación de dos punzones dentro de una cavidad o matriz.

La tableta se forma por la presión ejercida sobre el granulado, por los punzones, dentro de la matriz.

Para lograr una buena compresión y buena calidad de las tabletas, el granulado debe poseer las siguientes características:

a.- Contener partículas que sean casi esféricas. Las esferas - minimizan la fricción interpartículas y están, relativamente, libres de carga estática.

b.- Poseer un determinado rango de tamaño de partícula, con un pequeño porcentaje de partículas finas. El exceso de partículas - finas puede ocasionar que el granulado no fluya adecuadamente y - causar defectos en la estructura de la tableta.

c.- Tener una distribución uniforme de todos los ingredientes de la formulación.

d.- Tener componentes que confieran dureza y forma física a la tableta. Estas sustancias pueden ser ingredientes activos, o más comunmente sustancias inócuas ó excipientes.

Los excipientes tienen diversas funciones, las más comunes son:

I.- Diluentes.

Son aquellas sustancias que normalmente forman la mayor parte de la tableta. Por ejemplo; lactosa, almidón, manitol, sorbitol, - celulosa microcristalina ó avicel.

II.- Aglutinantes.

Son sustancias que ayudan al granulado a tener propiedades de cohesión. Por ejemplo; acacia, goma de tragacanto, gelatina, almidón en pasta, ácido alginico, alginato de sodio, metil celulosa, hidroximetilcelulosa, carboximetilcelulosa.

III.- Lubricantes.

Son sustancias que ayudan a que el granulado fluya adecuada-- mente dentro de la tolva evitando que se adhiera o acumule. Por

ejemplo; estearato de magnesio, estearato de calcio, estearato de potasio, talco.

Los lubricantes son más efectivos cuando se usan en un grado fino de subdivisión. Actúan de manera particular inmediatamente después de la compresión sobre la tableta dentro de la matriz, - así como para facilitar la expulsión de la tableta. Se agregan al final del proceso de granulación, antes de la compresión, para que puedan estar sobre la superficie de los granulos y entre ellos y las partes sobre la superficie de los granulos, y entre ellos y las partes de la máquina tableteadora con las que se ponen en contacto (tolva, matrices, punzones, etc.). Los lubricantes más eficientes son aquellos que son insolubles en agua.

IV.- Desintegrantes.

Son sustancias que ayudan a que la tableta se rompa y se disuelva para liberar el principio activo. Por ejemplo; almidón, gomas sintéticas y naturales (tragacanto, agar, etc.), derivados de la celulosa (metilcelulosa, carboximetilcelulosa, etc.), alginatos (ácido algínico, alginato de sodio, etc.), bentonita, veegum, enzimas (amilasas, celulasas, etc.).

V.- Colorantes.

Se usan para controlar la manufactura y para distinguir un producto de otro. Por ejemplo; tartrazina, indigotina.

El hidróxido de aluminio se utiliza como fijador del colorante.

VI.- Saborizantes y edulcorantes.

Se usan para encubrir sabores y olores desagradables. Por ejemplo; aceites esenciales (naranja, limón, etc.). (1)

B.- Métodos de preparación del granulado.

Los métodos más comunes son: granulación por vía húmeda y granulación por vía seca. El más usado y el más efectivo es el método por vía húmeda.

1.- Granulación por vía húmeda.

Su popularidad se debe a que por este método la granulación tendrá las características adecuadas para una buena compresión.

Los pasos para este proceso son:

- a.- Pesado de los ingredientes.
- b.- Mezclado.
- c.- Homogeneización del tamaño de partícula.
- d.- Granulación.
- e.- Tamizado.
- f.- Secado.
- g.- Tamizado en seco.
- h.- Lubricado.

La humedad residual debe estar entre 2-4 % que es el punto óptimo para lograr una buena compresión.

2.- Granulación por vía seca.

Cuando los ingredientes son sensibles a la humedad o se descomponen al ponerse a elevadas temperaturas durante el secado, o bien cuando tienen propiedades adecuadas de cohesión, no pueden granularse por vía húmeda, por lo tanto se granulan por vía seca.

Los pasos de este método son:

- a.- Pesado de los ingredientes.
- b.- Mezclado.
- c.- Homogeneización del tamaño de partícula.
- d.- Precompresión.
- e.- Molienda.
- f.- Tamizado.
- g.- Lubricado.

C.- Características de una tableta.

Las características de una tableta son: tamaño del diámetro, forma, dureza, espesor, peso y tiempo de desintegración.

- a.- Tamaño del diámetro.

El tamaño del diámetro depende del diámetro de la matriz y de los punzones usados para la compresión. También influyen la dosis del principio activo y el uso de la tableta.

- b.- Forma de la tableta.

Depende de los punzones y matrices utilizados.

c.- Dureza.

La dureza de la tableta es la resistencia al desmenuzamiento o rompimiento durante el almacenaje, transporte y manejo. Si la tableta es muy dura no puede desintegrarse en el tiempo especificado; si es muy blanda no resiste el manejo durante el almacenaje y envío.

d.- Espesor.

El espesor puede variar aunque no varíe el peso, debido a la diferencia de densidades del granulado y al aplicar presión para la compresión, así como la rapidez o velocidad de compresión, - que depende de la velocidad de la máquina.

El espesor es importante, no solamente para producir tabletas de igual apariencia, sino, también para asegurar que cada tableta y cada lote producido pueda usarse con los componentes y elementos de empaque ya especificados y seleccionados.

e.- Peso.

El peso de la tableta es la cantidad de granulado que contiene la cantidad de ingrediente terapéutico ó principio activo requerido para producir el efecto farmacológico deseado. El peso - está determinado por el volumen llenado de la cavidad de la matriz.

f.- Tiempo de desintegración.

La prueba del tiempo de desintegración es solamente una medida del tiempo requerido para que una tableta se desintegre en -- partículas.

D.- Problemas que pueden presentarse en la fabricación de tabletas y algunas guías para su resolución.

En el curso normal del desarrollo de la formulación y en la - producción rutinaria de tabletas se presentan ciertos problemas. Algunas veces se deben a fallas en la fabricación del granulado y otras se deben a fallas en el equipo utilizado para la producción, en otras ocasiones se deben a una combinación de ámbos factores.

COPIA

Los principales problemas son:

a.- Laminación.

Es la separación de la tableta en dos o más capas. Generalmente este tipo de falla se presenta inmediatamente después de la - compresión, pero puede presentarse horas o días después.

Esta falla se debe al entrapamiento de aire entre los granulos. Esto se produce porque la tableteadora trabaja a una velocidad alta, tal que no da tiempo a que el aire salga de la matriz, o bien a que el granulado es muy ligero y tiene exceso de finos.

Deben controlarse el tamaño de finos y gruesos, así como la velocidad de la máquina.

b.- Adherencia.

El granulado puede pegarse a los punzones y a las paredes de las matrices. Puede producirse por tres causas principales:

Falta de lubricante; exceso de finos; mala limpieza de punzones y matrices.

Debe verificarse que el granulado esté bien lubricado y que no tenga muchos finos. Se debe hacer una limpieza exhaustiva de los punzones y de las matrices.

c.- Moteado.

El moteado en las tabletas puede ser causado por:

Mala distribución del color en la superficie de las tabletas; degradación del color que ocasiona un aumento del mismo; cambio del color durante el secado; puede presentarse cuando el principio activo tiene un color diferente al de los excipientes.

Para solucionar este problema se requiere una elección cuidadosa de la sustancia que se emplee como colorante y de las condiciones de temperatura y humedad del granulado.

d.- Manchas.

Pueden producirse por la grasa de las máquinas o por impurezas en los ductos. Por lo tanto, deben limpiarse perfectamente cada parte de las máquinas con las que se pone en contacto el granulado.

e.- Variación de peso.

La variación de peso puede ser provocado por:

Tamaño inadecuado del granulado; flujo pobre del granulado desde la tolva a las matrices; distribución inadecuada del granulado; desajuste de los punzones inferiores; desgaste de los punzones.

La variación de peso es permitida dentro de ciertos límites. - Pero cuando es una variación exagerada se debe determinar la causa para poder solucionarla.

Un granulado bien fabricado y la revisión periódica del equipo de compresión evitan los problemas de variación de peso.

f.- Variación de dureza.

La variación de la dureza es un problema que tiene las mismas causas que la variación de peso.

La dureza depende del material y del espacio entre el punzón inferior y el superior en el momento de la compresión. Si el volumen del material varía o la distancia de los punzones entre sí, la dureza no es constante. La dureza está relacionada con otras propiedades, tales como; densidad y porosidad del granulado.

C A P I T U L O III.

MAQUINARIA Y EQUIPO.

Las máquinas empleadas para la compresión de tabletas son las máquinas tableteadoras, cuyas partes principales son:

- a.- Tolva para alimentar el granulado. Figura 1 (pag. 20).
- b.- Azafata ó distribuidor. Distribuye el granulado dentro de las matrices. Figura 2 (pag. 20).
- c.- Matrices para controlar el tamaño y la forma de la tableta. Figura 3 (pag. 21).
- d.- Punzones para comprimir el granulado dentro de las matrices. Figura 4 (pag. 21).
- e.- Levas para guiar y ajustar los punzones. Figura 5 (pag. - 22).

Las máquinas tableteadoras son de dos tipos; simples de un punzón y multiples rotativas de varios punzones.

1.- Tableteadoras de un punzón. *centricas*

Estas máquinas se usan para producción a escala de laboratorio, escala piloto, así como para la producción a escala industrial. Trabaja con un sólo par de punzones, un punzón superior y un punzón inferior. El mantenimiento de estas máquinas es sencillo y fácil, para cambiar de un producto a otro y ajustar el peso, dureza y espesor, así como la velocidad de la máquina, es rápido y sin mayores problemas.

Su mecanismo es el siguiente:

La tolva y la azafata se usan para contener el granulado y alimentar la matriz. El granulado fluye a través de la tolva hacia la azafata, un brazo ó palanca mueve rápidamente a la azafata sobre la matriz. La azafata llena de granulado a la cavidad de la matriz. El brazo ó palanca mueve la azafata y la regresa a su posición original barriendo el exceso de granulado, de tal manera que dentro de la cavidad de la matriz queda la cantidad adecuada de granulado para que la tableta que se forme tenga el peso especificado, dentro de los límites establecidos. La canti-

dad de granulado depositada dentro de la cavidad de la matriz es tá determinada por la profundidad del punzón inferior dentro de la matriz. El descenso del punzón inferior está regulado por el anillo ó collar de ajuste de peso. Moviendo hacia la derecha se reduce el llenado, moviendo hacia la izquierda aumenta, por lo - tanto se aumenta o se reduce el peso.

El punzón superior baja para comprimir el granulado dentro de la cavidad de la matriz, el punzón inferior permanece inmóvil en este momento. La presión ejercida está regulada por la distancia que el punzón superior penetra dentro de la cavidad de la matriz. Esta penetración depende del ajuste de control de presión. El -- punzón superior regresa a su posición inicial, en este momento - el punzón inferior sube para expulsar la tableta formada de la - cavidad de la matriz. En este instante regresa la azafata para - ~~llenar~~ nuevamente la matriz y empuja la tableta hacia la resbala dera de tabletas. El punzón inferior baja a su posición inicial y se llena la cavidad de la matriz con el granulado depositado - por la azafata, y así se repite el ciclo. La posición del punzón inferior, en el momento de la expulsión, está determinada por el collar superior de ajuste. Este movimiento cíclico está sincroni zado por una leva montada sobre el eje principal. Figuras 6 y 7 (pags. 23 y 24). (1)

Todas las máquinas son de construcción rígida debido al tipo de tabletas que se fabrican en ellas, tabletas con diámetro has ta de 7.6 cm y 5.4 toneladas sobre centímetro cuadrado de pre-- sión. Generalmente estas máquinas son durables y poseen una lar- ga vida de operación.

En la tabla 1 (pag. 26) podemos ver algunas de las marcas y - modelos de tableteadoras que existen en el mercado.

2.- Tableteadoras múltiples rotatorias.

El incremento en el uso de las tabletas, como forma de dosifi cación para uso terapéutico, ha obligado a los productores de ta bletas a desarrollar máquinas que produzcan lo necesario para sa

10
11
12

tisfacen las necesidades de los consumidores. Por esta razón se diseñaron las tableteadoras múltiples rotatorias, cuyo mecanismo es el siguiente:

El granulado contenido en la tolva se vacía dentro de la azafata ó distribuidor, el cual tiene varios compartimentos interconectados que difunden el granulado sobre una área extensa para dar tiempo suficiente a que se llenen las matrices. La leva que baja de nivel a los punzones inferiores los guía para que adquieran un volumen mayor de granulado hasta llegar a la leva de control de peso, la cual reduce el volumen de granulado dentro de las matrices a la cantidad requerida. Al final del distribuidor se encuentra un rasador que se encarga de eliminar el exceso de granulado, el cual sigue su curso, con el giro de la máquina, y se dirige hacia el eje de rotación de la máquina para entrar por el lado opuesto y repetir el ciclo. (1)

Los punzones inferiores, siguiendo el curso de la rotación y guiados por la leva de control de peso, llegan al rodillo ó tambor inferior de compresión. Simultáneamente, los punzones superiores pasan debajo del rodillo ó tambor superior de compresión. Los punzones superiores entran a una distancia fija dentro de la cavidad de la matriz, mientras que los inferiores se ajustan para comprimir el granulado dentro de las matrices.

Después del momento de la compresión los punzones superiores se separan al ser subidos por la leva superior de levantamiento. Los punzones inferiores se separan de los superiores y son subidos por la leva de expulsión para expulsar la tableta de las matrices.

Las tabletas, ya fuera de las matrices, chocan con el rasador que está en la parte inicial del distribuidor para ser llevadas hacia la resbaladera de tabletas.

Los punzones inferiores bajan de la leva de expulsión para quedar colocados sobre la leva que los baja de nivel, y así repetir el ciclo. Figuras 8, 9, 10, 11 y 12 (pags. 25, 26 y 27).

En la tabla 2 (pag. 29) podemos ver una gran variedad de marcas y modelos. (1)

3.- Condiciones del local.

a.- Aire acondicionado.

En el aire acondicionado se controla la temperatura, humedad, pureza y circulación dentro del área.

Es importante el control del aire dentro de un área de tabletas por las siguientes razones:

i.- Para evitar que los granulados se humedezcan demasiado.

Cuando un granulado se humedece demasiado tiende a pegarse o estratificarse en la tolva. Esto hace que el granulado no fluya en forma adecuada, lo cual provoca que la alimentación a las matrices sea deficiente y que haya gran variación de peso en las tabletas. Además, si el granulado tiene mayor humedad de la requerida las tabletas formadas tendrán una mayor dureza y el tiempo de desintegración será mayor que el especificado, y la humedad residual estará por encima de los límites permitidos.

ii.- Para evitar que los granulados se resequen por falta de humedad.

Un granulado que se seca excesivamente se vuelve frágil y tendrá exceso de finos, ésto ocasiona que al comprimirse la tableta se lamine o se rompa por no tener la dureza requerida.

b.- Carga de acondicionamiento de aire.

La carga de un sistema de acondicionamiento de aire es la cantidad de calor que debe removerse o agregarse en un área en un tiempo determinado. Esto se aplica tanto a la carga que se manifiesta en terminos de la temperatura sensible real del área, como en lo que se refiere al control de la humedad, ya que para aumentar o disminuir el contenido de la humedad se requiere una transferencia de calor. Si se debe agregar calor es una carga de calefacción, si se quita es una carga de enfriamiento.

c.- Carga de enfriamiento.

Para determinar la carga de enfriamiento de un área y estable-

cer la cantidad de refrigeración requerida, es necesario conocer lo que produce calor y que cantidad produce. En cualquier área - se encuentran las siguientes fuentes de calor:

i.- Carga solar.

El sol que incide en un edificio y entra por las ventanas lleva calor al interior. El calor que entra por las ventanas se siente más rápidamente que el calor que pasa a través de los muros. La rapidez con que el sol calienta depende de la construcción del edificio. Los muros gruesos aumentan en temperatura mucho más lentamente que los muros delgados, pero conservan el calor más tiempo. Esto tiene un efecto definido en las condiciones interiores - del área, puesto que los muros gruesos liberan su calor más lentamente y los efectos pueden sentirse mucho tiempo después. La carga solar varía de acuerdo a la estación del año y a la orientación del edificio.

ii.- Carga por transmisión.

El calor que entra o sale de un local, por las ventanas y muros, debido a la diferencia de temperaturas entre el interior y el exterior se llama carga de transmisión. En un día caluroso el calor entra al local, en un día frío sale de él. La carga por -- transmisión se considera aparte de la carga solar. Por ejemplo; el lado soleado de un edificio tiene una carga solar y una carga por transmisión, mientras que el lado sombreado sólo tiene una carga por transmisión.

iii.- Carga por ocupantes.

Debido a que la temperatura normal del cuerpo humano (37°C) - es más alta que la que se desea en el área, los ocupantes dan calor al aire del local y sueltan humedad por la transpiración y - la respiración.

iv.- Carga por iluminación.

La iluminación produce calor en proporción a la potencia de - los focos.

v.- Carga de otras fuentes.

El calor de otras fuentes como máquinas tableteadoras, aspiradoras de polvo, limpiadoras de tabletas, etc., se incluye como parte de la carga de enfriamiento.

vi.- Carga latente.

Se llama carga latente al exceso de contenido de humedad en el área. Proviene de varias fuentes; respiración y transpiración de los operarios, aire para la ventilación, aire húmedo que se filtra por los resquicios de las ventanas o ductos, otros equipos -- productores de humedad, tales como; mesas de vapor, regaderas y esterilizadores.

Todas estas cargas se eliminan por la acción de enfriamiento. Para controlar la humedad de un local debe determinarse el contenido de humedad que debe ser eliminado del aire. El exceso de contenido de humedad se elimina por absorción, mediante una corriente de aire frío o caliente.

d.- Cargas de calefacción.

En tiempo de frío debe suministrarse calor al local, para compensar la pérdida de éste a través de los muros y ventanas. A pesar de que se adiciona calor al área por los ocupantes, la iluminación eléctrica y otras fuentes, la pérdida por transmisión al exterior puede ser lo bastante grande como para necesitar calor adicional.

La carga solar, por iluminación y la carga por ocupantes, requieren enfriamiento; mientras que las cargas por transmisión y del aire exterior, en tiempo de frío, requieren calentamiento.

e.- Extractores.

La extracción del aire y polvo es importante en el área de tabletas, porque mediante una buena extracción habrá mayor limpieza de máquinas y del área en general, evitándose así las contaminaciones cruzadas, tan comunes cuando no hay una buena extracción.

El equipo de extracción que se emplea es muy variado, puede ser; ventiladores de helice, axiales, centrífugos, etc. El equipo conexo que se emplea incluye; serpentines para enfriamiento y ca-

lentamiento, compuertas, casetas de techo, etc.

Los ventiladores de extracción ó extractores de uso normal pueden tener desde dos hasta dieciseis aspas, dependiendo del funcionamiento particular del extractor. Generalmente las unidades de poco número de aspas se usan en ventiladores de baja presión, y los que cuentan con mayor número de aspas se usan cuando se requiere mayor presión.

La ventilación específica para eliminación de vapores, polvos, etc., en su punto de origen, por lo general, se efectúa por medio de sistemas de ductos de varios tipos, dependiendo de los problemas que haya en particular. Los sistemas específicos de ventilación y extracción varían desde unidades de un solo ventilador y una sola campana hasta sistemas complejos de ductos.

Los polvos que se recogen por los extractores en su mayoría -- llegan hasta donde terminan los ductos, aquí se encuentra una malla que retiene los polvos, los cuales se van acumulando en una bolsa especial para ésto, que se quita periódicamente para limpiarla y desechar los polvos acumulados. Una pequeña parte de los polvos se queda pegada a lo largo de los ductos, por lo cual también se revisan y limpian periódicamente.

Tornillo regulador de la altura de la tolva o tornillo regulador de la alimentación.

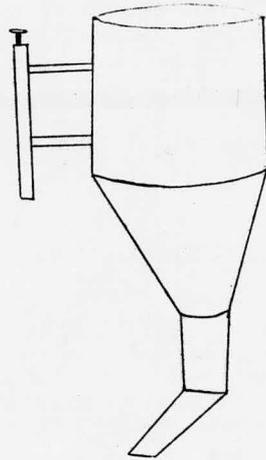


Fig. 1.- Tolva.

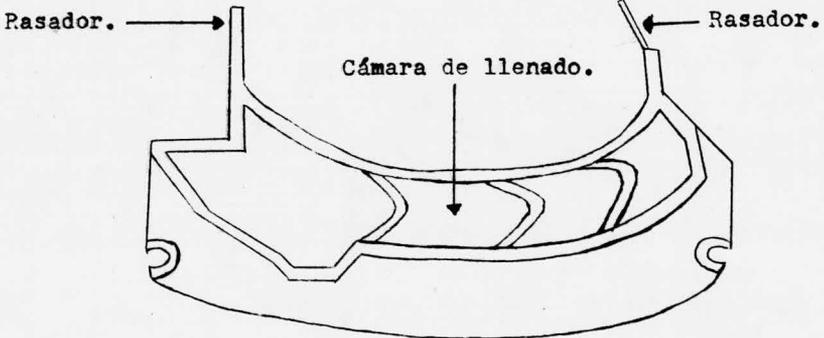
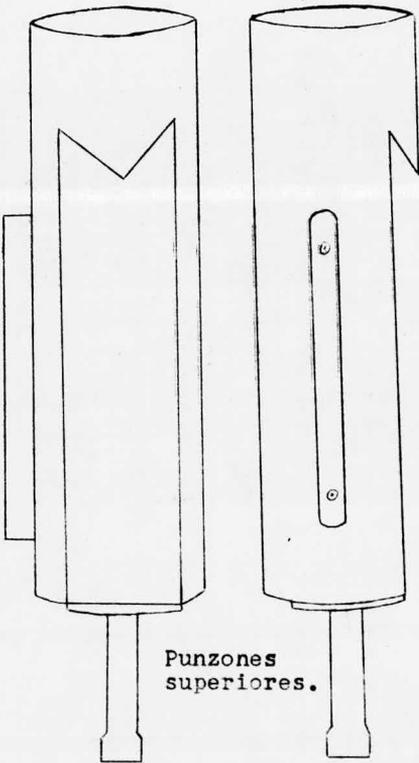
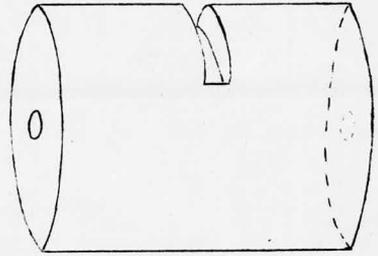
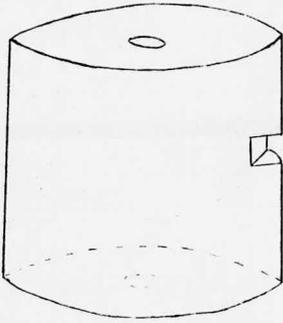
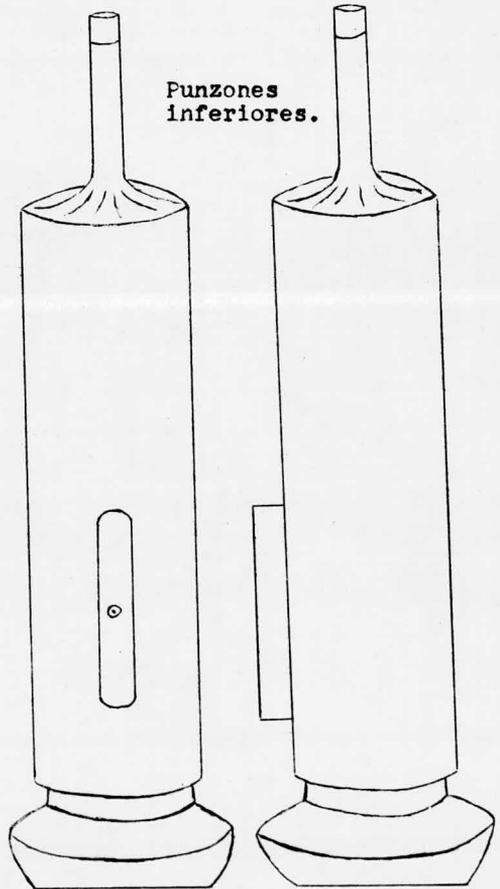


Fig. 2. Azafata o Distribuidor.

Fig.3.- Matriz.



Punzones superiores.



Punzones inferiores.

Fig. 4.- Punzones.

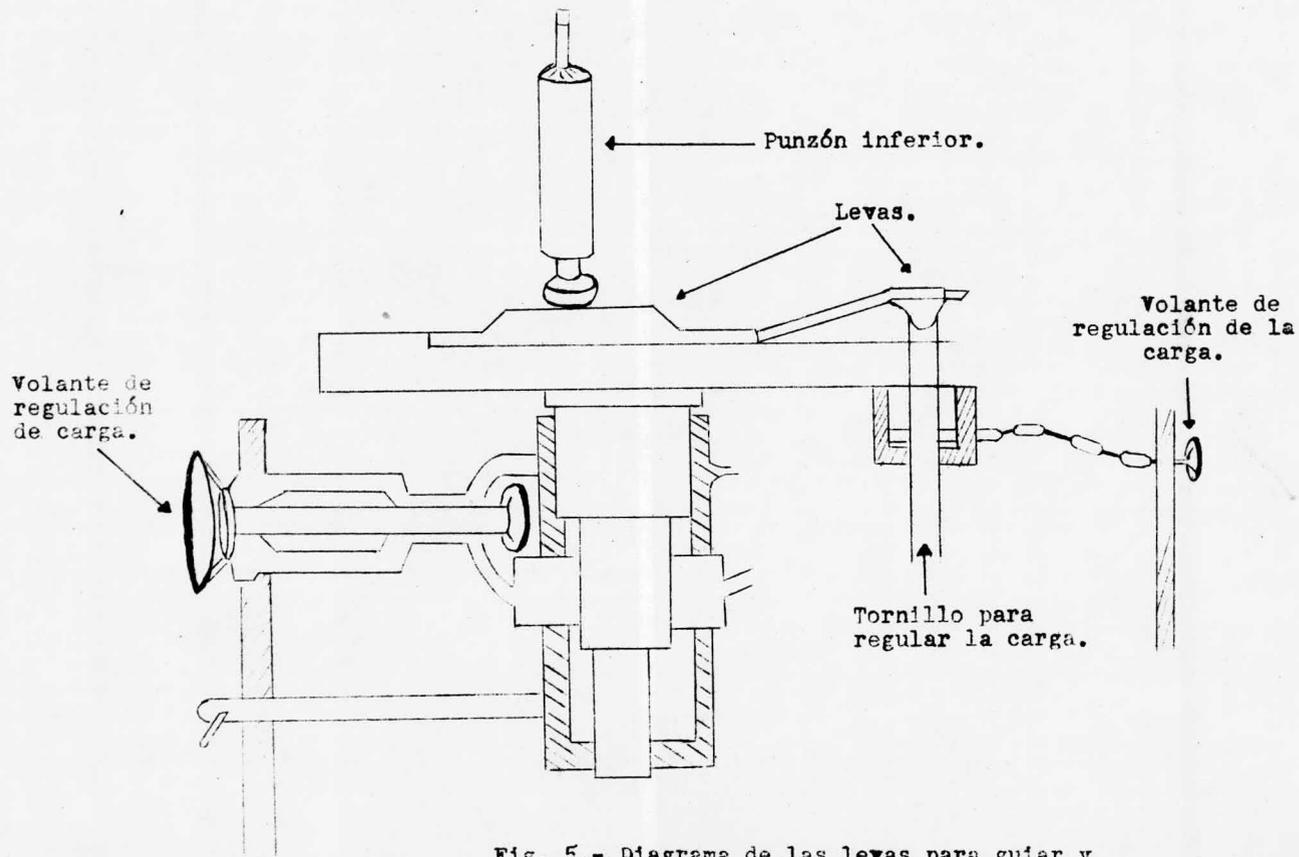


Fig. 5.- Diagrama de las levas para guiar y ajustar los punzones.

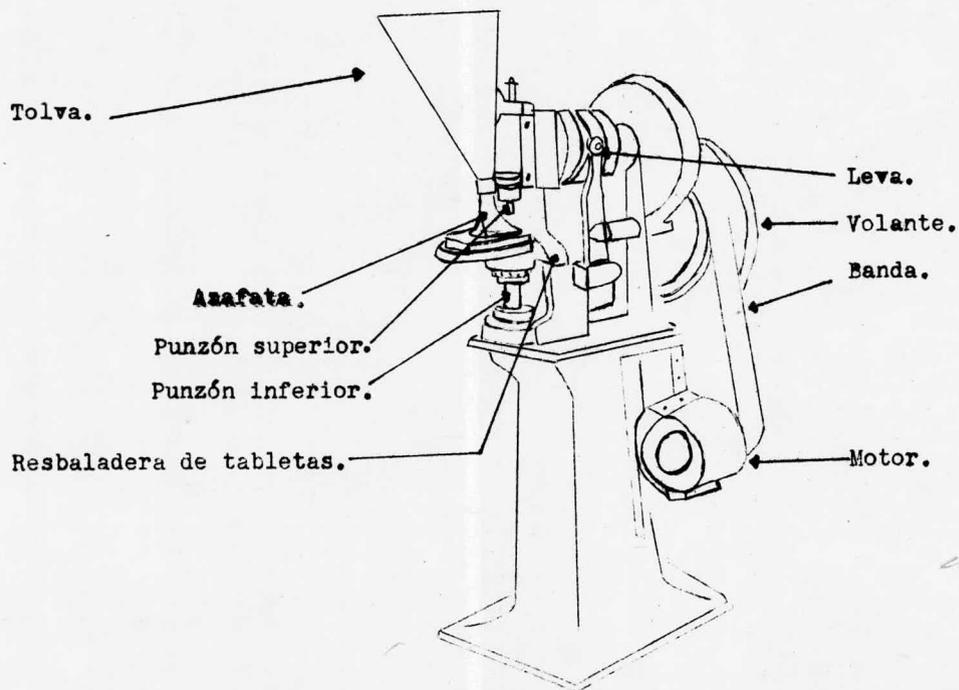


Fig.- 6.- Tableteadora de un punzón.

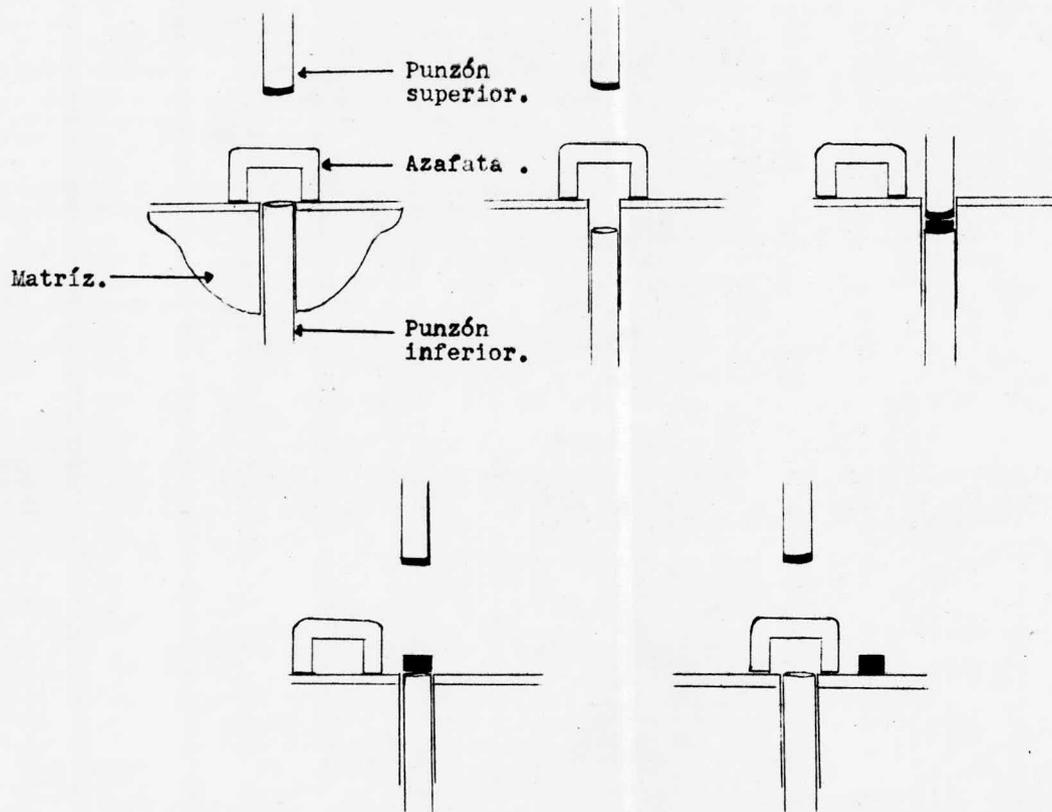


Fig. 7.- Diagrama del proceso de compresión en la tableteadora de un punzón.

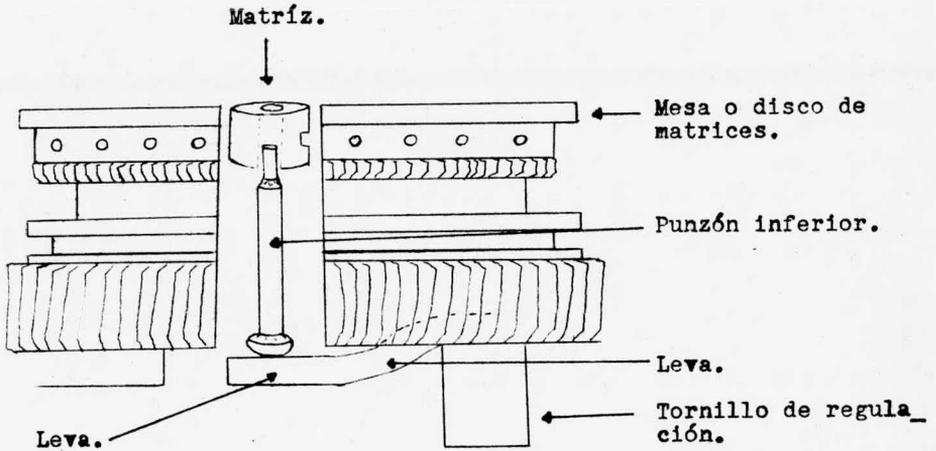


Fig. 8.- Llenado de la matríz.

El punzón inferior baja para llenarse de granulado.

Sentido de la rotación. →

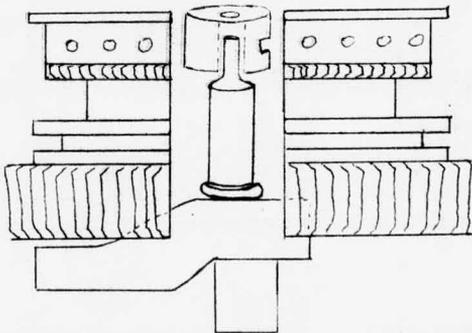


Fig.- 9 Regulación de la carga.

La leva sube al punzón inferior para arrojar fuera de la matríz el excedente de granulado.

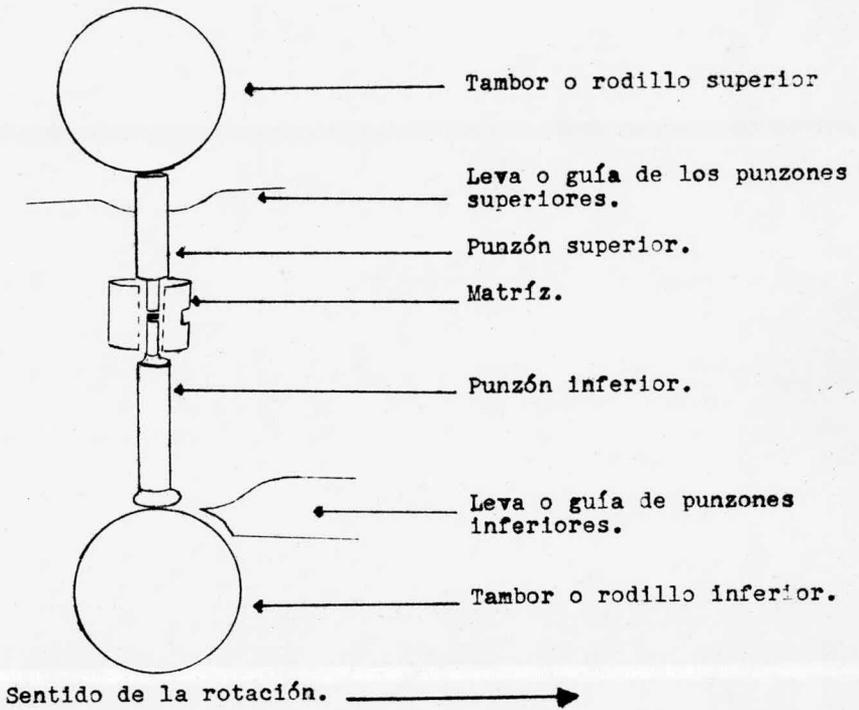


Fig. 10.- Compresión.

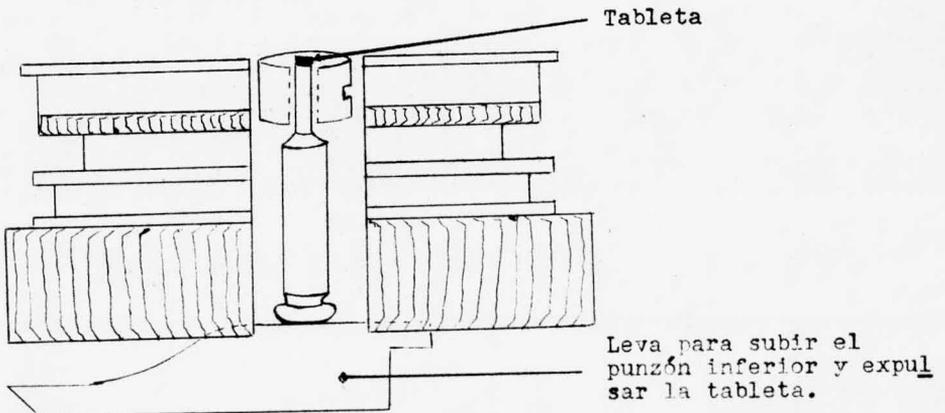


Fig. 11.- Expulsión de la tableta.

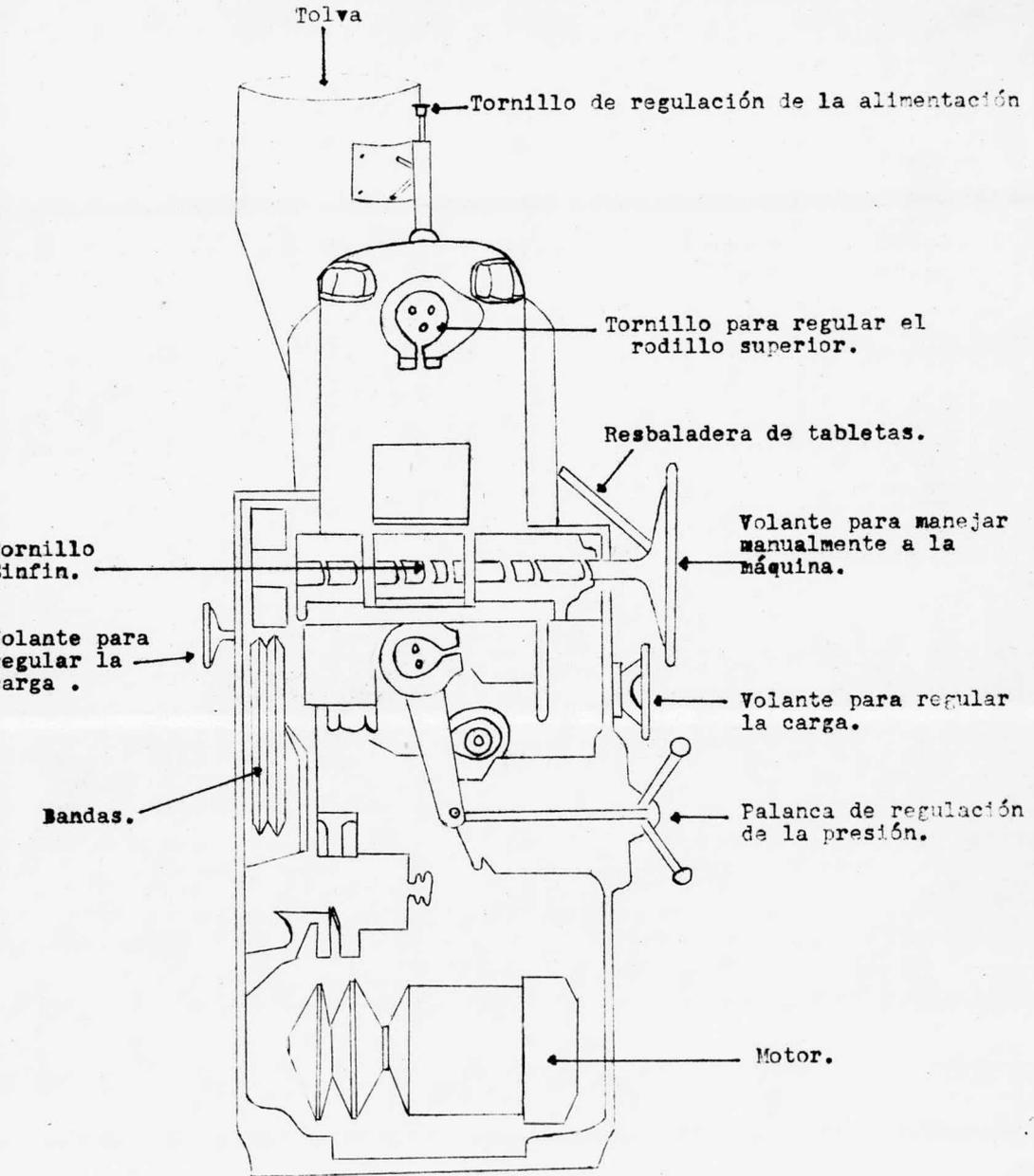


Fig. 12.- Diagrama de una tableteadora múltiple o rotatoria.

T A B L A 1.

Marca.	Tabletas por min.	Diámetro máximo de tableta(cm).	Espesor máximo de tableta(cm).	Presión (Kg/cm ²)
Stokes Eureka.	75	1.28	1.11	235,5
Stokes E.	130	1.28	1.28	310
Stokes F.	95	1.92	1.75	620
Stokes R.	48	7.62	5.08	3,100
C.B. 301	65	1.28	1.11	232.5
C.B. 330	120	2.22	2.06	1,162.5
C.B. 350	51	7.62	5.40	5,425
Manesty E-2	85	1.28	1.43	310
Manesty F-3	85	2.22	1.75	620
Manesty 35-T	36	7.62	0.64	5,425

C.B. = Cherry-Burrell.

En esta tabla observamos las diferentes marcas y modelos, con sus respectivas especificaciones, de tableteadoras de un punzón.

T A B L A 2.

Marca.	Tabletas por min.	Diámetro máximo de tableta(cm).	Espesor máximo de tableta(cm).	Número de pares de punzones.	Presión (Kg/cm ²)
Stokes 513-2.	4,200	1.11	1.75	45	620
Stokes 533.	3,300	2.70	1.75	33	1,550
Stokes 541.	4,100	1.58	1.75	41	620
Stokes 566-3.	2,100	1.11	1.75	45	620
Stokes 552.	5,000	1.11	1.75	51	620
Stokes 565-1.	10,000	1.11	2.22	65	1,550
C.B. 216.	1,100	1.58	1.92	16	465
C.B. 247-41.	3,900	2.70	1.92	41	697.5
C.B. 246.	5,000	2.70	1.95	49	697.5
Manesty B-press.	1,500	1.58	1.75	16	1,007.5
Manesty D-press.	600	2.54	2.06	16	1,550

Tabla de marcas y modelos de tableteadoras rotatorias múlti--
ples.

C A P I T U L O IV.

TIEMPOS DE OPERACION.

El tiempo de operación ó tiempo productivo es el intervalo de tiempo durante el cual se efectúa trabajo útil en un proceso de fabricación. También se considera como la parte del ciclo de una operación durante la cual el tiempo del operario se utiliza en forma efectiva (3). El resto del tiempo se considera inactivo, - no productivo o tiempo muerto.

Los tiempos de operación los podemos clasificar en; teórico, tentativo ó estándar y real.

1.- Tiempo de operación teórico.

El tiempo de operación teórico es aquel intervalo de tiempo - en el cual debe realizarse trabajo útil, y abarca desde la hora inicial de la jornada de trabajo hasta la hora final de la misma, sin que la máquina y los operarios paren un sólo momento y por ningún motivo.

Normalmente el tiempo de operación teórico es de ocho horas, tanto operarios como máquinas. Pero, hay laboratorios en lo que el tiempo de operación teórico para las máquinas es de nueve horas. Para este efecto, hay dos operarios en dicha área. Uno entra media hora antes de la hora normal de entrada y sale media hora - antes de la hora de salida. Además, se turnan el horario de comidas, para que las máquinas no paren. En el caso que nos ocupa ocupa éste último.

2.- Tiempo de operación tentativo ó estándar.

El tiempo de operación tentativo es el intervalo de tiempo que se determina como necesario para que una máquina trabaje a ritmo normal, con una supervisión adecuada y dando el tiempo indispensable para labores de limpieza y mantenimiento, y realice una cantidad determinada de trabajo, de una calidad definida y siguiendo - el método establecido, (3)

3.- Tiempo de operación real.

El tiempo de operación real es el intervalo de tiempo en el --

que se realiza trabajo útil. Es el tiempo en el que la máquina -
trabaja realmente. Aquí se descarta el tiempo en el que la máquina
na está parada e inactiva, por la causa o circunstancia que sea.

C A P I T U L O V.

TIEMPOS INACTIVOS, TIEMPOS DE PARO

O TIEMPOS MUERTOS.

El tiempo inactivo es el intervalo de tiempo durante el cual el operario, las máquinas o ámbos no ejecutan trabajo útil (3).

El tiempo inactivo de máquina es la porción de un período regular de trabajo durante el cual una máquina, que está capacitada para trabajar, no se utiliza (3).

Las causas de paro o de tiempos inactivos que se señalan en seguida son las causas reales, concretas, que se observaron durante el desarrollo de este trabajo. Por lo cual, en este capítulo sólo mencionaremos en que consisten y cuáles son. El análisis de dichas causas lo haremos en el capítulo de resultados (capítulo VII).

Las causas de los tiempos inactivos son:

1.- Cambio de punzones.

Cuando se va a comprimir un producto diferente al anterior es necesario cambiar el juego de punzones, por lo tanto debe pararse la máquina. Se deben cambiar los punzones porque las tabletas del nuevo producto tienen forma, peso, dureza, diámetro y espesor diferente.

2.- Cambio de lote.

Es necesario parar la máquina tableteadora para cambiar el lote de un mismo producto por las siguientes razones:

a.- Para cambiar los cuñetes ó tambores donde se guardan las tabletas.

b.- Para llenar la tolva de granulado.

c.- Para ajustar, si es necesario, el peso, espesor y dureza de las tabletas.

3.- Limpieza de máquina durante la jornada de trabajo.

Generalmente, en el transcurso de la compresión de un producto se va acumulando polvo en los punzones inferiores, en la mesa de matrices, en los tornillos, en el distribuidor ó azafata, etc.

Por lo cual, es necesario parar la máquina para quitar el polvo t darle una limpieza adecuada para evitar que pueda haber contaminaciónes cruzadas, máxime si el polvo es fino, y evitar que pueda dañar a la máquina.

4.- Causas externas; falta de electricidad.

Puesto que las tableteadoras trabajan a base de corriente eléctrica, si ésta falla o no hay, la máquina no trabaja.

5.- Mantenimiento; revisión de la máquina.

Periódicamente debe revisarse si las máquinas están en buen estado, para prevenir cualquier falla de tipo mecánico o de cualquier otro tipo. Como se hace una revisión a fondo, la máquina es desarmada ó desmontada para poder revisar todas sus partes, - por lo tanto la máquina está parada.

6.- Tiempo de arranque de máquina.

Cuando se inicia el día de trabajo y se arrancan las máquinas, se pierde tiempo porque el operario tiene que verificar el peso, dureza, espesor y todas las especificaciones de las tabletas, por lo que tiene que parar y volver a arrancar la máquina durante algunos minutos, hasta que las tabletas tengan las especificaciones requeridas. Hasta este momento se echan a andar las máquinas definitivamente.

7.- Limpieza al finalizar el día de trabajo.

Minutos antes de la hora de salida el operario tiene que parar las máquinas para limpiarlas y para hacer limpieza general del departamento de tabletas.

8.- Junta de operarios.

En ocasiones, dos o tres veces al mes, los supervisores reúnen a sus operarios para resolver o tratar problemas laborales, bien sea para corregir fallas en los operarios, o bien para felicitarlos y estimularlos a desempeñar mejor su trabajo.

9.- Pláticas y conferencias de orientación a los operarios.

Generalmente, estas pláticas son realizadas por agentes o re-

presentantes de dependencias gubernamentales, por ejemplo; IMSS.

10.- Análisis en proceso.

Puede suceder que se retrase la aprobación del granulado o de la materia prima para elaborar el granulado y que por ésto se re|ase el proceso de compresión, por lo cual la máquina encargada de dicha compresión tendrá que estar parada.
| |

11.- Fallas mecánicas.

Por fallas mecánicas se entiende todas aquellas descomposturas que sufre la máquina en cualquiera de sus partes y que impide que pueda seguir trabajando, por lo cual debe pararse para poder repararla y dejarla en buenas condiciones de trabajo.

12.- Granulado inadecuado para compresión.

Las condiciones ambientales influyen en el granulado y lo pueden afectar de tal manera que lo hagan inadecuado para comprimirse, por lo cual debe esperarse hasta que el granulado esté en condiciones para poder comprimirse. Esto ocurre, por ejemplo, cuando hay exceso de humedad en el medio ambiente por fenómenos meteorológicos o por fallas en el sistema de acondicionamiento del área.

13.- Falta de granulado; no hay orden de fabricación.

Se causa tiempo inactivo cuando no hay orden de fabricación, porque al no haber granulados para comprimir la máquina tiene que estar parada, ya que hay productos que se comprimen en una sola máquina, de hecho cada máquina tiene determinados productos asignados para comprimir.

14.- Falta de granulado; el granulado está en proceso.

Puede suceder que al terminar de comprimir un lote de un determinado producto el lote siguiente esté aún en proceso, secandose, mezclandose, etc., por lo cual, debe esperarse a que se termine de fabricar el granulado y esté en condiciones de comprimirse. Mientras tanto la máquina encargada de comprimir ese producto estará parada.

15.- Retraso del operario.

Si el operario llega después de la hora de entrada, o bien si tarda en cambiarse de ropa para el trabajo, o porque el operario se queda algunos minutos platicando con sus compañeros en los -- vestidores, lógicamente las máquinas estarán paradas porque no -- hay quien las ponga a funcionar.

16.- Desayuno y comida de los operarios.

Normalmente, un departamento de tabletas cuenta con dos opera-- rios para que se turnen el horario de comidas, así las máquinas trabajarán tiempo corrido. Pero, cuando uno de los operarios fal-- ta por cualquier circunstancia y no hay quien lo supla las máqui-- nas tendrán que pararse para que el otro operario vaya a comer. Así mismo, cuando hay poco trabajo en el departamento de table-- tas y, por esta razón, uno de los operarios es cambiado a otro -- departamento, las máquinas tendrán que pararse a la hora de las comidas ya que no hay quien releve al otro operario.

17.- Otras salidas.

En ocasiones los operarios tienen que salir, bien sea por al-- guna necesidad fisiológica o porque se les llama para asuntos de personal, o bien porque solicitan permiso para salir del labora-- torio por alguna circunstancia especial, ésto ocasiona que se -- quede un sólo operario, o bien ninguno, por lo cual las máquinas tendrán que pararse.

C A P I T U L O VI.

DESARROLLO.

Los datos obtenidos para el desarrollo de este trabajo se tomaron en las condiciones reales del departamento de tabletas.

Se obtuvieron datos de los tiempos de operación real, causas de paro, tiempos inactivos y de producción durante ocho semanas (dos meses). Estos datos se procesaron y sistematizaron para determinar el rendimiento real de las máquinas tableteadoras y del departamento de tabletas. En base a esto, se hizo el cálculo del rendimiento tentativo ó estándar y del rendimiento teórico de este departamento.

Las máquinas tableteadoras con las que se llevó a cabo el estudio son:

Máquina 1; Kilian múltiple de 20 punzones modelo RUD.

Máquina 2; Kilian múltiple de 20 punzones modelo RUD.

Máquina 3; Stokes múltiple de 16 punzones modelo RD3.

Máquina 4; Stokes simple de 1 punzón modelo F.

Las máquinas 1, 2 y 3 trabajaron con juegos de punzones incompletos.

Los métodos que se siguieron para tomar los datos ya mencionados son:

1.- Método directo.

Este método consiste en verificar y anotar usando crónometro, los siguientes datos:

- a.- Hora inicial de trabajo; es decir, la hora en que se echa a andar la máquina al iniciar la jornada de trabajo.
- b.- Hora en que la máquina se para.
- c.- Causa de paro.
- d.- Tiempo que dura el paro.
- e.- Número de punzones con los que está trabajando la máquina.
- f.- Velocidad de la máquina (en tabletas/minuto).
- g.- Producto y lote que se está comprimiendo.

h.- Hora en que la máquina vuelve a ponerse en marcha.

i.- Hora en la que la máquina se para definitivamente y la causa.

La clave asignada para cada causa de paro es la siguiente:

- (1) Cambio de punzones.
- (2) Cambio de lote.
- (3) Limpieza de máquina durante la jornada de trabajo.
- (4) Causas externas; falta de electricidad.
- (5) **Mantenimiento; revisión de la máquina.**
- (6) Tiempo de arranque de máquina.
- (7) Limpieza al finalizar el día de trabajo.
- (8) Junta de operarios.
- (9) Pláticas y conferencias de orientación a los operarios.
- (10) Análisis en proceso.
- (11) Fallas mecánicas.
- (12) Granulado inadecuado para compresión.
- (13) Falta de granulado; no hay orden de fabricación.
- (14) Falta de granulado; el granulado está en proceso.
- (15) Retraso del operario.
- (16) Desayuno y comida de los operarios.
- (17) Otras salidas.

Los datos tomados diariamente se anotan en tablas como se muestra en la pagina 38.

Se mide la velocidad de la máquina cada 15 minutos. Para medir la velocidad se hace lo siguiente:

Se cuenta el número de vueltas que da la máquina en un minuto, ésto se hace con la ayuda de un cronómetro y de un contador que - la máquina tiene adaptado para este efecto.

El número de vueltas lo multiplicamos por el número de punzones con los que está trabajando la máquina. Así obtenemos el número de tabletas por minuto (velocidad). Esto es en el caso de las máquinas múltiples rotatorias.

Para las máquinas de un punzón el método es más sencillo y es

Máquina: 1

Fecha: 23-VIII-76.

Horas.	Hora de arranque.	Hora de paro.	Causa de paro.	Velocidad tabs/min.	Punzones.	Prod.	Lote.
7:30							
7:45							
8:00	8:00	8:05	6	272	19	1	1
8:15	8:15			272	"	"	"
8:30							
8:45							
9:00		9:00	3	272	"	"	"
9:15	9:05			272	"	"	"
9:30							
9:45							
10:00							
10:15							
10:30							
10:45							
11:00							
11:15							
11:30							
11:45							
12:00							
12:15							
12:30		12:25	14	272	"	"	"
12:45							
13:00							
13:15							
13:30							
13:45							
14:00							
14:15	14:15	14:20	2	272	"	"	"
14:30	14:30			272	"	1	2
14:45							
15:00							
15:15							
15:30							
15:45							
16:00							
16:15							
16:30							
16:45		16:58	7	272	"	"	"
17:00							

el siguiente:

Medimos un minuto de tiempo y vemos en el contador cuantas se han producido, esa será su velocidad.

Se considera como tiempo de operación teórico nueve horas, 540 minutos, al día, ya que hay dos operarios trabajando en el departamento.

Para obtener el tiempo de operación real se suman los tiempos inactivos y se le restan al tiempo de operación teórico. También se puede obtener sumando los tiempos activos.

En el ejemplo de la pagina 38 tendremos lo siguiente:

$$\begin{aligned}\text{Tiempo inactivo} &= 10 + 5 + 110 + 10 + 2 \\ &= 137 \text{ minutos.}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Tiempo de operación real} &= \text{Tiempo teórico} - \text{tiempo inactivo.} \\ &= 540 - 137 \\ &= 403 \text{ minutos.}\end{aligned}$$

Para obtener la producción real al día multiplicamos el tiempo de operación real (minutos) por la velocidad (tabletas/minuto).

En el ejemplo propuesto tendremos:

$$\begin{aligned}\text{Producción real} &= (\text{tiempo de operación real}) \times (\text{velocidad}). \\ &= 403 \times 272 \\ &= 109,616 \text{ tabletas.}\end{aligned}$$

2.- Método indirecto.

En este método se mide la velocidad de la máquina y mediante el contador se lleva la cuenta del número de vueltas al día.

Se multiplica el número de vueltas al día por el número de punzones con los que trabajó la máquina, así obtenemos la producción real.

La producción real se divide entre la velocidad de la máquina y se obtiene el tiempo de operación real.

El tiempo que duran los paros se mide con un cronómetro y verificamos si nuestros resultados son correctos, de la siguiente manera:

La suma del tiempo de operación real con el tiempo inactivo -

debe ser igual al tiempo de operación teórico. Por ejemplo:

Máquina: 1.	Fecha: 23- VIII- 76.
Hora inicial: 8:00 hr	Hora final: 16:58 hr
Producto: 1	Lote(s): 1 y 2
Velocidad: 272 tabs/min	Punzones: 19
Número de vueltas: 5,769	
Producción real: 5,769 x 19 = 109,616 tabs	
Tiempo de operación real: 109,616/272 = 403 min	
Observaciones:	Causas de paro. Tiempo de paro.
	2 10 min
	3 5 min
	14 110 min
	6 10 min
	7 <u>2 min</u>
	<u>Total: 137 min</u>

Tiempo de operación real + tiempo inactivo = tiempo teórico.
= 403 + 137
= 540 minutos.

Se observó que los dos métodos concuerdan.

Después de tomar datos para cada una de las máquinas se encontró la velocidad de cada máquina, para cada producto que se comprime en cada una de ellas y que se muestran en la tabla de la -- pagina 41.

Las causas de paro se contabilizan y sistematizan en tablas, - en donde se anotan cuantas veces paró cada máquina por cada causa de paro en cada una de las ocho semanas.

La suma vertical nos da el número de veces que paró la máquina en cada semana.

La suma horizontal nos da el número de paros totales, de las ocho semanas, por cada causa de paro, el tiempo total de paro y el porcentaje (%) de tiempo inactivo por cada causa de paro. Es-

TABLA DE VELOCIDAD DE LAS MÁQUINAS TABLETEADORAS.

Máquina.	Pro- ducto.	Pun- zones.	Tabletas por min.	Pun- zones.	Tabletas por min.
1	1	19	272	20	286
1	2	15	216	20	283
2	3	20	407	20	407
2	4	19	488	20	514
2	5	18	456	20	506
2	6	16	400	20	500
3	7	16	278	16	278
3	8	16	327	16	327
3	9	15	240	16	256
4	10	1	100	1	100
4	11	1	92	1	92

La 3a columna de la tabla corresponde a los punzones efectivos con los que trabajó cada máquina.

La 5a columna corresponde a los punzones con los que debería trabajar cada máquina.

Com puede observarse, las máquinas 1, 2 y 3 trabajaron con - juegos de punzones incompletos, lo cual trae como consecuencia - una merma en la velocidad (tabs/min) y, lógicamente, en la pro-
ducción.

La 6a columna corresponde a la velocidad teórica de las máqui-
nas si trabajasen con sus punzones completos, con los diferentes
productos que comprimen cada una.

to último se anota en la columna de "totales", que a su vez consta de tres columnas; una para el número de paros, otra para el tiempo y la última para el porcentaje de tiempo. La suma vertical de cada una de estas columnas nos da el número de paros total, el tiempo total inactivo y el porcentaje de tiempo inactivo de la máquina.

Las tablas de las páginas 44, 45, 46 y 47 muestran lo anterior para las máquinas 1, 2, 3 y 4, respectivamente.

Por último, los datos de tiempo de operación real por semana y de tiempo inactivo se anotan en otro tipo de tablas, en donde se pone el tiempo en minutos y horas. Además, se anota el porcentaje semanal y total de tiempo. También se anota el tiempo promedio -- por día del tiempo de operación real y del tiempo de paro, en minutos y horas, con su respectivo porcentaje.

Las tablas de las páginas 48, 49, 50 y 51 muestran lo anterior para las máquinas ya mencionadas.

3.- Clasificación de las causas de paro.

Las causas de paro las clasificamos en tres grupos, a saber:

I.- Causas inevitables.

- a.- Cambio de punzones.
- b.- Cambio de lote.
- c.- Limpieza de máquina durante el día.
- d.- Causas externas; falta de electricidad.
- e.- Mantenimiento; revisión de máquina.
- f.- Tiempo de arranque de máquina.
- g.- Limpieza al finalizar el día de trabajo.

II.- Causas justificadas.

- a.- Junta de operarios.
- b.- Pláticas y conferencias de orientación a operarios.
- c.- Análisis en proceso.

III.- Causas injustificadas.

- a.- Fallas mecánicas.
- b.- Granulado inadecuado para compresión.

- c.- Falta de granulado; no hay orden de fabricación.
- d.- Falta de granulado; granulado en proceso.
- e.- Retraso del operario.
- f.- Desayuno y comida de los operarios.
- g.- Otras salidas.

Como ya se dijo, el análisis y discusión de cada causa de paro se hace en el capítulo VII.

El tiempo de operación teórico para la 1a, 2a, 3a, 5a, 6a y 7a semanas es de 2,700 minutos (45 horas), ya que en estas semanas se trabajó durante cinco días, y el tiempo teórico por día es de 540 minutos (9 horas).

El tiempo de operación teórico de la 4a y 8a semanas es de 2,160 minutos (36 horas), porque en estas semanas se trabajó durante cuatro días, porque hubo días festivos (uno en cada semana).

Por lo tanto, el tiempo de operación teórico durante las ocho semanas que duró el estudio, para cada máquina es:

$$\begin{aligned}
 \text{Tiempo de operación teórico} &= (2,700 \times 6) + (2,160 \times 2) \\
 &= 16,200 \text{ min} + 4,320 \text{ min} \\
 &= 20,520 \text{ minutos (342 horas)}.
 \end{aligned}$$

Causa Paro	Primera	Segunda	Tercera	Cuarta	Quinta	Sexta	Séptima	Octava	T o t a l e s		
	Semana Paros	No.de Paros	Tiempo (min).	%							
1		1		1		1		1	4	2,936	14.3
2	3				1	1	3	1	9	178	0.86
3	2				1				3	45	0.22
4								1	1	70	0.34
5									0	00	0.0
6	3	1				1	1		6	82	0.40
7	3	2	3		1		1		10	146	0.71
8				1				1	2	95	0.46
9			1					1	2	103	0.50
10									0	00	0.0
11									0	00	0.0
12									0	00	0.0
13	1				1	1			3	1,708	8.32
14	1				1	1			3	335	1.63
15			2	2			2	2	8	219	1.07
16	2	3	8	4	3	2	9	2	33	1,549	7.55
17		1	1	1					3	75	0.36
Totales:15		8	15	9	8	7	16	9	87	7,541	36.74

Causa Paro	Primera Semana	Segunda Semana	Tercera Semana	Cuarta Semana	Quinta Semana	Sexta Semana	Séptima Semana	Octava Semana	T o t a l e s		
	Paros	paros	paros	paros	paros	paros	paros	paros	No. de Paros	Tiempo (min.)	%
1	1		1	1				1	4	1,414	6.89
2	2	1	4	3	3	4	1	2	20	244	1.19
3					1				1	33	0.16
4									0	00	0.0
5									0	00	0.0
6	4	2			1	3			10	184	0.89
7	3					2		2	7	133	0.65
8								1	1	55	0.27
9			1					1	2	100	0.49
10									0	00	0.0
11		1			1				2	545	2.65
12		1							1	366	1.78
13								1	1	695	3.38
14		1	1		2	2	1	1	8	2,634	12.84
15			1	2			2	2	7	205	1.0
16	1	2	7	4	2	2	4	6	28	1,398	6.81
17			1	1	1				3	90	0.44
Totales: 11		8	16	11	11	13	10	15	95	8,096	39.46

Causa P a r o	Primera	Segunda	Tercera	Cuarta	Quinta	Sexta	Séptima	Octava	T o t a l e s		
	semana Paros	No.de Paros	Tiempo (min).	%							
1	1			1	1		1	1	5	2,233	10.88
2		2		2	1	1		1	7	98	0.48
3	3	1						1	3	60	0.29
4								1	1	70	0.34
5								1	1	200	0.97
6	2	2			2	2			8	91	0.44
7	2				3				5	13	0.55
8								1	1	165	0.32
9			1					1	2	100	0.49
10									0	00	0.0
11		1	1						2	3,366	16.4
12									0	00	0.0
13						1	1		2	2,970	14.47
14		1		1		1	1		4	1,080	5.26
15				2				2	4	105	0.51
16	2	2		3	3			5	17	723	3.52
17		1		1	1				3	79	0.38
Totales: 8		10	2	10	13	5	5	14	65	11,353	55.33

Causa Paro	Primera	Segunda	Tercera	Cuarta	Quinta	Sexta	Séptima	Octava	T o t a l e s		
	Semana Paros	No. de Paros	Tiempo (min.)	%							
1					1				1	370	1.80
2				1		1			2	45	0.22
3	15			1	42	31	5		94	446	2.17
4									0	00	0.0
5									0	00	0.0
6	2			1	5	1	1		10	185	0.90
7	1				5	2	1		9	174	0.85
8				1					1	30	0.15
9									0	00	0.0
10									0	00	0.0
11	3			2					5	605	2.95
12									0	00	0.0
13	1	1	1	1			1	1	6	10,315	50.27
14						1			1	325	1.58
15				1					1	35	0.17
16				3	4	3	6		16	707	3.44
17									0	00	0.0
Totales: 22		1	1	11	57	39	14	1	146	13,237	64.51

M A Q U I N A I.

Tiempo de operación real.				Promedio (tiempo/día).		
Semana.	Minutos.	Horas.	%	Minutos.	Horas.	%
1a.	2,274	37:54	84.23	455	7:35	84.23
2a.	1,730	28:50	64.08	346	5:46	64.08
3a.	2,154	35:54	79.78	431	7:11	79.78
4a.	1,196	19:56	55.38	299	4:59	55.38
5a.	1,423	23:43	52.71	285	4:45	52.71
6a.	1,319	21:59	48.86	264	4:24	48.86
7a.	2,030	33:50	75.19	406	6:46	75.19
8a.	853	14:13	39.50	213	3:33	39.50
Total:	12,979	216:19	63.26	342	5:42	63.26

Tiempo inactivo.				Promedio (tiempo/día).		
Semana.	Minutos.	Horas.	%	Minutos.	Horas.	%
1a.	426	7:06	15.77	85	1:25	15.77
2a.	970	16:10	35.92	194	3:14	35.92
3a.	546	9:06	20.22	109	1:49	20.22
4a.	964	16:04	44.62	241	4:01	44.62
5a.	1,277	21:17	47.29	255	4:15	47.29
6a.	1,381	23:01	51.14	276	4:36	51.14
7a.	670	11:10	24.81	134	2:14	24.81
8a.	1,307	21:47	60.50	327	5:27	60.50
Total:	7,541	125:41	36.74	198	3:18	36.74

M A Q U I N A 2.

Tiempo de operación real.				Promedio (tiempo/día).		
Semana.	Minutos.	Horas.	%	Minutos.	Horas.	%
1a.	2,017	33:37	74.70	403	6:43	74.70
2a.	1,149	19:09	42.55	230	3:50	42.55
3a.	1,882	31:22	69.70	376	6:16	69.70
4a.	1,635	27:15	75.69	409	6:49	75.69
5a.	1,644	27:24	60.88	329	5:29	60.88
6a.	1,862	31:02	68.96	372	6:12	68.92
7a.	900	15:00	33.33	180	3:00	33.33
8a.	1,335	22:15	61.80	334	5:34	61.80
Total:	12,424	207:04	60.54	327	5:27	60.54

Tiempo inactivo.				Promedio (tiempo/día).		
Semana.	Minutos.	Horas.	%	Minutos.	Horas.	%
1a.	683	11:23	25.30	137	2:17	25.30
2a.	1,551	25:51	57.45	310	5:10	57.45
3a.	818	13:38	30.30	164	2:44	30.30
4a.	525	8:45	24.31	131	2:11	24.31
5a.	1,056	17:36	39.12	211	3:31	39.12
6a.	838	13:58	31.04	168	2:48	31.04
7a.	1,800	30:00	66.67	360	6:00	66.67
8a.	825	13:45	38.20	206	3:26	38.20
Total:	8,096	134:56	39.46	213	3:33	39.46

M A Q U I N A 3.

Tiempo de operación real.				Promedio (tiempo/día).		
Semana.	Minutos.	Horas.	%	Minutos.	Horas.	%
1a.	1,939	32:19	71.81	388	6:28	71.81
2a.	1,552	25:52	57.48	310	5:10	57.48
3a.	164	2:44	6.07	33	0:33	6.07
4a.	921	15:21	42.63	230	3:50	42.63
5a.	2,325	38:45	86.11	465	7:45	86.11
6a.	1,051	17:31	38.92	210	3:30	38.92
7a.	260	4:20	9.63	52	0:52	9.63
8a.	955	15:55	44.21	239	3:59	44.21
Total:	9,167	152:47	44.67	241	4:01	44.67

Tiempo inactivo.				Promedio (tiempo/día).		
Semana.	Minutos.	Horas.	%	Minutos.	Horas.	%
1a.	761	12:41	28.19	152	2:33	28.19
2a.	1,148	19:08	42.52	230	3:50	42.52
3a.	2,536	42:16	93.93	507	8:27	93.93
4a.	1,239	20:39	57.37	310	5:10	57.37
5a.	375	6:15	13.89	75	1:15	13.89
6a.	1,649	27:29	61.08	330	5:30	61.08
7a.	2,440	40:40	90.37	488	8:08	90.37
8a.	1,205	20:05	55.79	301	5:01	55.79
Total:	11,353	189:13	55.33	299	4:59	55.33

M A Q U I N A 4.

Tiempo de operación real.				Promedio (tiempo/día).		
Semana.	Minutos.	Horas.	%	Minutos.	Horas.	%
1a.	819	13:39	30.33	164	2:44	30.33
2a.	000	0:00	0.00	000	0:00	0.00
3a.	000	0:00	0.00	000	0:00	0.00
4a.	1,500	25:00	69.44	375	6:15	69.44
5a.	1,745	29:05	64.63	349	5:49	64.63
6a.	1,994	33:14	73.85	399	6:39	73.85
7a.	1,225	20:25	45.37	245	4:05	45.37
8a.	000	0:00	0.00	000	0:00	0.00
Total:	7,283	121:23	35.49	192	3:12	35.49

Tiempo inactivo.				Promedio (tiempo/día).		
Semana.	Minutos.	Horas.	%	Minutos.	Horas.	%
1a.	1,881	31:21	69.67	376	6:16	69.67
2a.	2,700	45:00	100.00	540	9:00	100.00
3a.	2,700	45:00	100.00	540	9:00	100.00
4a.	660	11:00	30.56	165	2:45	30.56
5a.	955	15:55	35.37	191	3:11	35.37
6a.	706	11:46	26.15	141	2:21	26.15
7a.	1,475	24:35	54.63	295	4:55	54.63
8a.	2,160	36:00	100.00	540	9:00	100.00
Total:	13,237	220:37	64.51	348	5:48	64.51

C A P I T U L O VII.

RESULTADOS.

Como se ha mencionado en capitulos anteriores, la duración de este estudio fué de ocho semanas (dos meses), por lo cual los cálculos de producción y rendimiento, tiempo de operación (real, tentativo y teórico) y tiempos inactivos, se hicieron considerando este intervalo de tiempo. Además, los cálculos de la producción real se hicieron en base a las condiciones reales del equipo y maquinaria. Tres de las máquinas tableteadoras trabajaron con punzones incompletos, porque algunos de ellos se habían deteriorado con anterioridad a este estudio, por lo cual no se determinaron las causas de la falta de punzones.

Para cada máquina se tienen tablas de resultados con los siguientes datos:

1.- Para los tiempos de operación.

- a.- Causa de paro.
- b.- Tiempo total inactivo.
- c.- Tiempo mensual (promedio).
- d.- Tiempo semanal (promedio).
- e.- Tiempo diario (promedio).
- f.- Porcentaje de tiempo de operación.

Esto es tanto para cada causa de paro en particular, como para las causas inevitables, justificadas e injustificadas, consideradas en grupo de acuerdo a la clasificación de causas de paro ya señalada. Se hizo lo mismo para el tiempo inactivo, el tiempo de operación real y el tiempo de operación teórico.

2.- Para la producción.

- a.- Producto.
- b.- Velocidad (tabs/min).
- c.- Producción por día.
- d.- Producción semanal.
- e.- Producción mensual.

f.- Producción total.

Se hacen los cálculos anteriores en base a la tabla de velocidad de la pagina 38, tanto para cuando la máquina trabaja con punzones incompletos (real), como para cuando trabaja con punzones completos (teórico).

3.- Cálculos.

a.- Para los tiempos de operación.

Tiempo inactivo mensual(promedio) = Tiempo inactivo total/2.

Tiempo inactivo semanal(promedio) = Tiempo inactivo total/8.

= Tiempo inactivo mensual/4.

Dividiendo el número de días totales de trabajo entre ocho, -- obtenemos el número de días por semana. Se trabajaron 38 días en las ocho semanas, por lo tanto:

$38 \text{ días} / 8 \text{ semanas} = 4.75 \text{ días por semana.}$

Para obtener el tiempo **inactivo** diario(promedio) dividimos el tiempo inactivo semanal(promedio) entre 4.75.

Tiempo inactivo diario(promedio) = Tiempo inactivo semanal/4.75.

$38 \text{ días} / 2 = 19 \text{ días por mes.}$

$19 \text{ días} / 4 \text{ semanas} = 4.75 \text{ días por semana.}$

b.- Para la producción.

Producción teórica =
$$\frac{\text{Producción real} \times \text{tiempo de operación teórico}}{\text{Tiempo de operación real}}$$

Para obtener los cálculos de la producción de cada máquina con punzones completos, se hizo lo siguiente:

De acuerdo a la tabla de velocidad (pagina 41) vemos que para -- cada producto corresponde una velocidad determinada, dicha velocidad se multiplica por el tiempo de operación real de cada día, así obtenemos la producción para cada día. Sumando la producción diaria obtenemos la producción total. Esto se hace en el caso de las máquinas 1, 2, y 3, que son las que trabajaron con punzones incompletos.

Si consideramos que tres máquinas trabajaron con punzones incompletos y por esta razón hay una merma en el rendimiento y utiliza-

ción de dichas máquinas, tendremos que el rendimiento efectivo de estas máquinas será:

$$\% \text{ Rendimiento efectivo} = \frac{\text{Producción real (con punzones incompletos)}}{\text{Producción teórica (punzones completos)}}$$

$$\% \text{ Tiempo de operación real} = \frac{\text{Tiempo de operación real} \times 100}{\text{Tiempo de operación teórico.}}$$

$$\% \text{ Tiempo mensual} = \frac{\text{Tiempo total real} \times 100}{2 \times \text{Tiempo de operación teórico mensual}}$$

$$\% \text{ Tiempo semanal} = \frac{\text{Tiempo mensual} \times 100}{4 \times \text{Tiempo de operación teórico semanal}}$$

$$\% \text{ Tiempo diario} = \frac{\text{Tiempo semanal} \times 100}{4.75 \times \text{Tiempo de operación teórico diario}}$$

Pondremos como ejemplo el caso de la máquina 1 (de la página - 55 a la 61). En la página 62 tenemos una tabla de producción total para cada máquina y para el departamento de tabletas, con sus respectivos rendimientos (real y efectivo).

M A Q U I N A 1.

Causa de paro.	Tiempo total inactivo (min).	Tiempo mensual (promedio) (min).	Tiempo semanal (promedio) (min).	Tiempo diario (promedio) (min).	%
1	2,936	1,468	367	77.26	14.3
2	178	89	22.25	4.68	0.86
3	45	22.5	5.6	1.18	0.22
4	70	35	8.8	1.84	0.34
5					
6	82	41	10.25	2.16	0.34
7	146	73	18.25	3.8	0.73
8	95	47.5	11.9	2.5	0.46
9	103	51.5	12.9	2.7	0.5
10					
11					
12					
13	1,708	854	213.5	45	8.32
14	335	167.5	41.9	8.8	1.63
15	219	109.5	27.4	5.8	1.07
16	1,549	774.5	193.6	40.8	7.55
17	75	37.5	9.4	2.0	0.36

En esta tabla vemos el tiempo y el porcentaje de cada causa de paro.

M A Q U I N A 1.

	Tiempo total inactivo.	Tiempo mensual (promedio).	Tiempo semanal (promedio).	Tiempo diario (promedio).	%
Causas inevitables.	3,457 min 57:37 h	1,728 min 28:48 h	432 min 7:12 h	91.0 min 1:31 h	16.8
Causas justificadas.	198 min 3:18 h	99 min 1:39 h	25 min 0:25 h	5.26 min 0:05 h	1.0
Causas injustificadas.	3,886 min 64:46 h	1,943 min 32:23 h	486 min 6:06 h	102 min 1:42 h	18.9
Tiempo inactivo.	7,541 min 125:41 h	3,770 min 62:50 h	943 min 15:43 h	198 min 3:18 h	36.7
Tiempo de operación real.	12,979 min 216:19 h	6,490 min 108:10 h	1,622 min 27:02 h	342 min 5:42 h	63.3
Tiempo de operación teórico.	20,520 min 342:00 h	10,260 min 171:00 h	2,565 min 42:45 h	540 min 9:00 h	100.0

MAQUINA 1.

Producción con punzones incompletos (real).

Primera semana.			Segunda semana.		
Producto.	Velo- cidad.	Producción por día.	Producto.	Velo- cidad.	Producción por día.
1	272	109,616	1	272	138,720
"	"	136,000			
"	"	120,768	2	216	42,120
"	"	146,880	"	"	108,000
"	"	105,264	"	"	113,400
Total:		618,528 tabs.			402,240 tabs.

Tercera semana.			Cuarta semana.		
Producto.	Velo- cidad.	Producción por día.	Producto.	Velo- cidad.	Producción por día.
2	216	99,576	2	216	78,840
"	"	92,880	"	"	89,640
"	"	114,480			
"	"	85,536	1	272	113,152
"	"	72,792			
Total:		465,264 tabs.			281,632 tabs.

Producción mensual real = 1,767,664 tabletas.

M A Q U I N A 1.

Quinta semana.			Sexta semana.		
Producto.	Velo- cidad.	Producción por día.	Producto.	Velo- cidad.	Producción por día.
1	272	138,720			
"	"	129,200			
"	"	119,136	2	216	61,992
			"	"	113,184
			"	"	109,728
Total:		387,056 tabs.			284,904 tabs.

Septima semana.			Octava semana.		
Producto.	Velo- cidad.	Producción por día.	Producto.	Velo- cidad.	Producción por día.
2	216	83,160	2	216	79,920
"	"	91,800			
"	"	88,560	2	216	78,840
"	"	87,480	"	"	25,488
"	"	87,480			
Total:		438,480 tabs.			184,248 tabs.

Producción mensual real = 1,294,688 tabletas.

Producción total real = 3,062,352 tabletas.

M A Q U I N A 1.

Producción con punzones completos
(en el tiempo de operación real).

Primera semana.			Segunda semana.		
Producto.	Velo- cidad.	Producción por día.	Producto.	Velo- cidad.	Producción por día.
1	286	115,258	1	286	145,860
"	"	143,000			
"	"	126,984	2	288	56,160
"	"	154,440	"	"	144,000
"	"	110,682	"	"	151,200
Total:		650,354 tabs.			497,220 tabs.

Tercera semana.			Cuatra semana.		
Producto.	Velo- cidad.	Producción por día.	Producto.	Velo- cidad.	Producción por día.
2	288	132,768	2	288	105,120
"	"	123,840	"	"	119,520
"	"	152,640			
"	"	114,048	1	286	118,976
"	"	97,056			
Total:		620,352 tabs.			343,616 tabs.

Producción mensual real = 2,111,552 tabletas.

M A Q U I N A 1.

Quinta semana.			Sexta semana.		
Producto.	Velo- cidad.	Producción por día.	Producto.	Velo- cidad.	Producción por día.
1	286	145,860			
"	"	135,850			
"	"	125,268	2	288	82,656
			"	"	150,912
			"	"	146,304
Total:		406,978 tabs.			379,872 tabs.

Septima semana.			Octava semana.		
Producto.	Velo- cidad.	Producción por día.	Producto.	Velo- cidad.	Producción por día.
2	288	110,880	2	288	106,560
"	"	122,400			
"	"	118,080	2	288	105,120
"	"	116,640	"	"	33,984
"	"	116,640			
Total:		584,640 tabs.			245,664 tabs.

Producción mensual real = 1,617,154 tabletas.

Producción total real = 3,728,706 tabletas.

C U A D R O I.
 PRODUCCION CON PUNZONES INCOMPLETOS.

	Total.	Mensual (promedio).	Semanal (promedio).	Diaria (promedio).
Producción Real.	3,062,352	1,531,176	382,794	80,588
Producción Teórica.	4,481,663	2,420,832	605,208	127,412

$$\begin{aligned}
 \text{Rendimiento real} &= \frac{\text{Producción real.}}{\text{Producción teórica.}} \\
 &= \frac{3,062,352 \text{ tabs.}}{4,481,663 \text{ tabs.}} \\
 &= 63.25 \%.
 \end{aligned}$$

C U A D R O II.
 PRODUCCION CON PUNZONES COMPLETOS.

	Total.	Mensual (promedio).	Semanal (promedio).	Diaria (promedio).
Producción Real.	3,728,706	1,864,353	466,088	98,124
Producción Teórica.	5,895,187	2,947,594	736,898	155,137

$$\begin{aligned}
 \text{Rendimiento efectivo} &= \frac{\text{Producción real (punzones incompletos)}}{\text{Producción teórica (punzones completos)}} \\
 &= \frac{3,062,352 \text{ tabs.}}{5,895,187 \text{ tabs.}} \\
 &= 52.0 \%.
 \end{aligned}$$

CUADRO DE PRODUCCION TOTAL

MAQUINA	MAQUINAS CON PUNZONES INCOMPLETOS		MAQUINAS TRABAJANDO CON PUNZONES COMPLETOS		R E N D I M I E N T O	
	Producción Real	Producción Teórica	Producción Real	Producción Teórica	Real	Efectivo
1	3,062,352	4,481,663	3,728,706	5,895,187	63.25 %	52.0 %
2	5,528,519	9,130,502	6,088,043	10,054,571	60.55 %	55.0 %
3	2,643,087	5,916,917	2,697,103	6,037,840	44.67 %	43.77 %
4	702,548	1,979,008	702,548	1,979,008	35.5 %	35.5 %
TOTALES: 11,936,496		21,508,090	13,216,400	23,966,606	55.5 %	49.8 %

Rendimiento real del departamento de tabletas: 55.5 %

Merma por equipo incompleto: 5.7 %

Rendimiento efectivo del departamento de tabletas: 49.8 %

ANALISIS DE LAS CAUSAS DE PARO.

En esta parte, consideraremos en primer lugar cual debe ser - la producción teórica del departamento de tabletas en un año, en seguida determinaremos la merma en la producción, al año, por cada causa de paro, por último analizaremos cada causa de paro y - se harán algunas recomendaciones para aumentar el rendimiento en el departamento de tabletas.

1.- Cálculo de la producción teórica anual.

Se considera como tiempo de operación teórico ocho horas diarias. En el año hay 235 días hábiles de trabajo.

La producción teórica, por máquina y del departamento de tabletas, la podemos resumir en el siguiente cuadro:

<u>Máquina.</u>	<u>Velocidad (tabs/min).</u>	<u>Producción diaria.</u>	<u>Producción anual (235 días de trabajo).</u>
1	290	139,200	32,712,000
2	500	240,000	56,400,000
3	290	139,200	32,712,000
4	96	46,080	10,828,800
<hr/>			
Totales:	1,176 tabs	564,480 tabs	132,652,800 tabs

La velocidad que se señala para cada máquina, en esta tabla, - es la velocidad promedio, tomando en cuenta que la velocidad varía con el producto que se comprime. Además, aquí se considera a las máquinas trabajando con sus punzones completos.

2.- Determinación de la merma en la producción.

La producción (promedio) por minuto del departamento de tabletas es de 290 tabletas.

La merma en la producción por cada causa de paro será:

I.- Causas inevitables.

A.- Cambio de punzones.

En promedio, se efectúan 25 cambios de punzones por máquina al

año. Cada cambio se realiza en 475 minutos, promedio. Por tanto:

$$(25 \text{ cambios}) \times (4 \text{ máquinas}) = 100 \text{ cambios al año.}$$

$$(100 \text{ cambios/año}) \times (475 \text{ min/cambio}) = 47,500 \text{ min/año.}$$

$$(47,500 \text{ min/año}) \times (290 \text{ tabs/min}) = 13,775,000 \text{ tabs/año.}$$

La merma anual por esta causa es de 13,775,000 tabletas.

B.- Cambio de lote.

En promedio, se realizan 115 cambios de lote por máquina al año. Cada cambio se efectúa en cinco minutos, promedio.

$$(115 \text{ cambios}) \times (4 \text{ máquinas}) = 460 \text{ cambios al año.}$$

$$(460 \text{ cambios/año}) \times (5 \text{ min}) = 2,300 \text{ min/año.}$$

$$(2,300 \text{ min/año}) \times (290 \text{ tabs/min}) = 667,000 \text{ tabs/año.}$$

La merma anual por esta causa es de 667,000 tabletas.

C.- Limpieza de máquina durante la jornada de trabajo.

Dependiendo del granulado que se esté comprimiendo será necesario o no limpiar las máquinas con mayor o menor frecuencia, ya que hay granulados muy finos que sueltan mucho polvo, en este caso las máquinas tendrán que limpiarse con mayor frecuencia que cuando se comprimen granulados más nobles y menos finos.

Podemos decir que, en promedio, cada máquina se limpia dos veces al día, ocupandose en esta operación 5 minutos al día por máquina. Por lo tanto:

$$(5 \text{ min}) \times (4 \text{ máquinas}) = 20 \text{ min/día.}$$

$$(20 \text{ min/día}) \times (235 \text{ días}) = 4,700 \text{ min/año.}$$

$$(4,700 \text{ min/año}) \times (290 \text{ tabs/min}) = 1,363,000 \text{ tabs/año.}$$

La merma anual por esta causa es de 1,363,000 tabletas.

D.- Causas externas.

La principal causa externa que causa tiempo inactivo es la falta de electricidad. En promedio, se producen seis fallas de electricidad al año. Cada falla ocupa un tiempo promedio de 90 minutos. Por lo tanto:

$$(6 \text{ fallas}) \times (90 \text{ min}) = 540 \text{ minutos por máquina.}$$

$$(540 \text{ min}) \times (4 \text{ máquinas}) = 2,160 \text{ min/año.}$$

$$(2,160 \text{ min/año}) \times (290 \text{ tabs/min}) = 626,400 \text{ tabs/año.}$$

La merma por esta causa será de 626,400 tabs/año.

E.- Mantenimiento: revisión de máquina.

Normalmente, se hace una revisión, de mantenimiento preventivo a las máquinas, cada dos meses. Es decir, habrá seis revisiones al año por máquina. Cada revisión se realiza en 480 minutos.

$$(6 \text{ revisiones}) \times (4 \text{ máquinas}) = 24 \text{ revisiones/año.}$$

$$(24 \text{ revisiones/año}) \times (480 \text{ min}) = 11,520 \text{ min/año.}$$

$$(11,520 \text{ min/año}) \times (290 \text{ tabs/min}) = 3,340,800 \text{ tabs/año.}$$

La merma anual por esta causa será de 3,340,800 tabletas.

F.- Tiempo de arranque de máquina.

Un solo operario en el departamento de tabletas tarda 15 minutos en arrancar cada máquina. Si son cuatro máquinas, tendremos:

de 8:00 a 8:15	arranca la máquina 1	15 min
de 8:15 a 8:30	arranca la máquina 2	30 min
de 8:30 a 8:45	arranca la máquina 3	45 min
de 8:45 a 9:00	arranca la máquina 4	60 min

$$\text{Total de tiempo perdido} = \underline{150 \text{ min}}$$

Es decir, se pierden 150 min/día para arrancar las máquinas.

Esto da un promedio de 37.5 min/máquina. Por lo tanto:

$$(150 \text{ min/día}) \times (235 \text{ días}) = 35,250 \text{ min/año.}$$

$$(35,250 \text{ min/año}) \times (290 \text{ tabs/min}) = 10,222,500 \text{ tabs/año.}$$

La merma anual por esta causa será de 10,222,500 tabletas.

G.- Limpieza al finalizar el día de trabajo.

Un solo operario tarda cinco minutos para parar y limpiar cada máquina al finalizar el día de trabajo. Por lo tanto:

de 16:40 a 16:45	para la máquina 1	20 min
de 16:45 a 16:50	para la máquina 2	15 min
de 16:50 a 16:55	para la máquina 3	10 min
de 16:55 a 17:00	para la máquina 4	5 min

$$\text{Total de tiempo} = \underline{50 \text{ min.}}$$

Se pierden 50 minutos diarios por esta causa. Esto da un promedio de 12.5 min/máquina. Por lo tanto, tendremos lo siguiente:

$(50 \text{ min/día}) \times (235 \text{ días}) = 11,750 \text{ min/año.}$

$(11,750 \text{ min/año}) \times (290 \text{ tabs/min}) = 3,407,500 \text{ tabs/año.}$

La merma anual por esta causa será de 3,407,500 tabletas.

<u>Merma total por causas inevitables.</u>	<u>% de producción.</u>
33,402,200 tabs/año.	25.2

II.- Causas justificadas.

A.- Juntas de operarios.

Hay laboratorios en los que los supervisores realizan juntas con sus operarios para tratar y resolver problemas laborales o de tipo personal. En algunos laboratorios estas juntas se realizan en horas hábiles; otros en horas no hábiles y otros no las realizan.

Cuando se realizan en horas hábiles de trabajo, normalmente duran 45 minutos, y se efectúan, en promedio, dos veces por mes.

$(2 \text{ juntas/mes}) \times (12 \text{ meses}) = 24 \text{ juntas/año por máquina.}$

$(24 \text{ juntas/año}) \times (45 \text{ minutos}) = 1,080 \text{ min/año por máquina.}$

$(1,080 \text{ min/año}) \times (4 \text{ máquinas}) = 4,320 \text{ min/año.}$

$(4,320 \text{ min/año}) \times (290 \text{ tabs/min}) = 1,252,800 \text{ tabs/año.}$

La merma anual por esta causa será de 1,252,800 tabletas.

B.- Pláticas de orientación a operarios.

Estas pláticas se realizan 10 veces al año (promedio) y duran 50 minutos. Por lo tanto, tendremos lo siguiente:

$(10 \text{ pláticas}) \times (50 \text{ minutos}) = 500 \text{ min/máquina al año.}$

$(500 \text{ min/máquina}) \times (4 \text{ máquinas}) = 2,000 \text{ min/año.}$

$(2,000 \text{ min/año}) \times (290 \text{ tabs/min}) = 580,000 \text{ tabs/año.}$

La merma por esta causa será de 580,000 tabs/año.

C.- Análisis en proceso.

Suponiendo que en un laboratorio se hacen 460 lotes anuales, de los cuales el 20 % producen paro por análisis en proceso. Esto significa que 92 lotes retardan su compresión por esta causa. Cada paro por análisis en proceso dura cuatro horas (240 min), -

en promedio. Por lo tanto:

$$(92 \text{ lotes/año}) \times (240 \text{ min/lote}) = 22,080 \text{ min/año.}$$

$$(22,080 \text{ min/año}) \times (290 \text{ tabs/min}) = 6,403,200 \text{ tabs/año.}$$

La merma anual por esta causa será de 6,403,200 tabletas.

<u>Merma total por causas justificadas.</u>	<u>% de producción.</u>
8,236,000 tabs/año.	6.2

III.- Causas injustificadas.

A.- Fallas mecánicas.

En promedio, hay doce fallas mecánicas por máquina al año.

Cada paro dura aproximadamente 300 minutos (promedio).

$$(12 \text{ paros/máquina}) \times (4 \text{ máquinas}) = 48 \text{ paros/año.}$$

$$(48 \text{ paros/año}) \times (300 \text{ min/paro}) = 14,400 \text{ min/año.}$$

$$(14,400 \text{ min/año}) \times (290 \text{ tabs/min}) = 4,176,000 \text{ tabs/año.}$$

La merma anual por esta causa es de 4,176,000 tabletas.

B.- Granulado inadecuado para compresión.

Si se hacen 460 lotes anuales, el 2 % (9 lotes) causan paro - por granulado inadecuado para compresión, con un tiempo promedio de 480 min/lote.

$$(9 \text{ lotes/año}) \times (480 \text{ min/lote}) = 4,320 \text{ min/año.}$$

$$(4,320 \text{ min/año}) \times (290 \text{ tabs/min}) = 1,252,800 \text{ tabs/año.}$$

La merma anual por esta causa será de 1,252,800 tabletas.

C.- Falta de granulado; no hay orden de fabricación.

Se calcula que por esta causa hay 10 paros al año por máquina.

Cada paro dura, aproximadamente, 480 minutos (promedio).

$$(10 \text{ paros}) \times (4 \text{ máquinas}) = 40 \text{ paros/año.}$$

$$(40 \text{ paros/año}) \times (480 \text{ min/paro}) = 19,200 \text{ min/año.}$$

$$(19,200 \text{ min/año}) \times (290 \text{ tabs/min}) = 5,568,000 \text{ tabs/año.}$$

La merma anual por esta causa será de 5,568,000 tabletas.

D.- Falta de granulado; granulado en proceso.

Si se fabrican 460 lotes anuales, el 5 % (23 lotes) se retrasa en su proceso de manufactura. Cada paro dura 240 minutos en -

promedio. Por lo tanto:

$$(23 \text{ lotes/año}) \times (240 \text{ min/lote}) = 5,520 \text{ min/año.}$$

$$(5,520 \text{ min/año}) \times (290 \text{ tabs/min}) = 1,600,800 \text{ tabs/año.}$$

La merma por esta causa es de 1,600,800 tabs/año.

E.- Retraso del operario.

Se calcula que un operario llega tarde a su trabajo 100 veces al año, promedio. Cada retraso es de 10 minutos (promedio).

$$(100 \text{ retrasos}) \times (10 \text{ min}) = 1,000 \text{ min/máquina.}$$

$$(1,000 \text{ min}) \times (4 \text{ máquinas}) = 4,000 \text{ min/año.}$$

$$(4,000 \text{ min/año}) \times (290 \text{ tabs/min}) = 1,160,000 \text{ tabs/año.}$$

La merma anual por esta causa será de 1,160,000 tabletas.

F.- Retraso por desayuno y comida de operarios.

Se consideran 235 retrasos al año por comidas del operario.

Cada retraso ocupa 10 minutos (promedio).

$$(235 \text{ retrasos}) \times (10 \text{ min}) = 2,350 \text{ min/año por máquina.}$$

$$(2,350 \text{ min}) \times (4 \text{ máquinas}) = 9,400 \text{ min/año.}$$

$$(9,400 \text{ min/año}) \times (290 \text{ tabs/min}) = 2,726,000 \text{ tabs/año.}$$

La merma anual por esta causa será de 2,726,000 tabletas.

G.- Otras salidas.

Se consideran 100 salidas del operario al año. Cada salida es de 15 minutos (promedio).

$$(100 \text{ salidas}) \times (15 \text{ min}) = 1,500 \text{ min/máquina al año.}$$

$$(1,500 \text{ min}) \times (4 \text{ máquinas}) = 6,000 \text{ min/año.}$$

$$(6,000 \text{ min/año}) \times (290 \text{ tabs/min}) = 1,740,000 \text{ tabs/año.}$$

La merma anual por esta causa será de 1,740,000 tabletas.

<u>Merma total por causas injustificadas.</u>	<u>% de producción.</u>
18,223,600 tabs/año.	13.7

Merma total por tiempos inactivos :	59,861,800 tabs/año	45.1 %
--	---------------------	--------

Rendimiento real del departamento de tabletas :	72,791,000 tabs/año	54.9 %
--	---------------------	--------

TABLA DE MERMA EN EL RENDIMIENTO DEL DEPARTAMENTO DE TABLETAS

<u>CAUSA DE PARO.</u>	<u>TABLETAS POR AÑO.</u>	<u>%</u>
Cambio de punzones.	13,775,000	10.4
Cambio de lote.	667,000	0.6
Limpieza de máquina durante el día.	1,363,000	1.1
Causas externas.	626,400	0.5
Mantenimiento; revisión de máquina.	3,340,800	2.5
Tiempo de arranque de máquina.	10,222,500	7.7
Limpieza al finalizar el día de trabajo.	3,407,500	2.6
Juntas de operarios.	1,252,800	0.9
Pláticas de orientación a operarios.	580,000	0.4
Análisis en proceso.	6,403,200	4.8
Fallas mecánicas.	4,176,000	3.1
Granulado inadecuado para compresión.	1,252,800	0.9
Falta de granulado; no hay orden de fabricación.	5,568,000	4.2
Falta de granulado; granulado en proceso.	1,600,800	1.2
Retraso del operario.	1,160,000	0.8
Retraso por desayuno y comida del operario.	2,726,000	2.1
Otras salidas.	1,740,000	1.3
Merma total :	59,861,800	45.1
Rendimiento Real :	72,791,000	54.9

3.- Comentarios y recomendaciones para aumentar el rendimiento en un departamento de tabletas.

I.- Causas inevitables.

A.- Cambio de punzones.

Mediante una buena administración el tiempo de paro por cambio de punzones puede reducirse de 475 minutos a 290 minutos por paro. Esto nos produce un aumento en el tiempo de operación real de 235 minutos por cada cambio de punzones. Por lo tanto:

$$(25 \text{ cambios/año}) \times (4 \text{ máquinas}) = 100 \text{ cambios/año.}$$

$$(100 \text{ cambios/año}) \times (235 \text{ min/cambio}) = 23,500 \text{ min/año.}$$

$$(23,500 \text{ min/año}) \times (290 \text{ tabs/min}) = 6,815,000 \text{ tabs/año.}$$

El incremento en la producción será de 6,815,000 tabs/año.

B.- Cambio de lote.

El tiempo de cambio de lote de un mismo producto puede reducirse de cinco a tres minutos por cambio, siempre y cuando se capacite al operario para que lo haga con mayor rapidez y eficiencia. Además, contando con equipo adicional, tal como; carritos - para transportar cuñetes con mayor facilidad y rapidez.

Habrá dos minutos de ganancia por cada cambio.

$$(2 \text{ min}) \times (115 \text{ cambios}) = 920 \text{ min/año.}$$

$$(920 \text{ min/año}) \times (290 \text{ tabs/min}) = 266,800 \text{ tabs/año.}$$

La producción anual aumentará en 266,800 tabletas.

C.- Limpieza de máquina durante la jornada de trabajo.

Para lograr reducir el tiempo de paro por esta causa es necesario que el equipo de limpieza (aspiradoras, brochas, cepillos) esté en perfectas condiciones de trabajo y que el operario esté capacitado para hacer la limpieza con rapidez y eficiencia.

El tiempo de paro puede reducirse de cinco a tres minutos.

Hay dos minutos de ganancia en cada paro.

$$(2 \text{ min}) \times (235 \text{ días}) = 470 \text{ min/máquina al año.}$$

$$(470 \text{ min}) \times (4 \text{ máquinas}) = 1,880 \text{ min/año.}$$

$$(1,880 \text{ min/año}) \times (290 \text{ tabs/min}) = 545,200 \text{ tabs/año.}$$

El aumento en la producción será de 545,200 tabs/año.

D.- Causas externas; falta de electricidad.

Para solucionar este problema sería necesario que en cada laboratorio hubiera planta de energía eléctrica. Si ésto se lograra se el aumento en la producción anual sería de 626,400 tabletas.

E.- Mantenimiento; revisión de las máquinas.

Mediante una buena administración tanto del área de producción como del área de mantenimiento, el tiempo de revisión de las máquinas puede reducirse de 480 minutos a 240 minutos.

$$(6 \text{ revisiones/año}) \times (4 \text{ máquinas}) = 24 \text{ revisiones anuales.}$$

$$(24 \text{ revisiones}) \times (240 \text{ min}) = 5,760 \text{ min/año.}$$

$$(5,760 \text{ min/año}) \times (290 \text{ tabs/min}) = 1,670,400 \text{ tabs/año.}$$

El aumento anual de la producción será de 1,670,400 tabletas.

F.- Tiempo de arranque de máquina.

Si en el momento de arrancar las máquinas se tuviesen dos operarios en el departamento de tabletas y, mediante una buena supervisión y capacitación de los operarios, se lograra que el tiempo de arranque de máquina fuese de 10 minutos, en vez de 15, tendríamos lo siguiente:

de 8:00 a 8:10	se arrancan 2 máquinas	2 x 10 min = 20 min
de 8:10 a 8:20	arrancan las otras 2	2 x 20 min = 40 min
	<u>Total</u>	<u>= 60 min</u>

Esta nos da un total de 60 minutos, en vez de 150, lo cual da un promedio de 15 minutos por máquina, en vez de 37.5. Esto nos proporciona una ganancia de 22.5 min/máquina.

$$(90 \text{ min/día}) \times (235 \text{ días}) = 21,150 \text{ min/año.}$$

$$(21,150 \text{ min/año}) \times (290 \text{ tabs/min}) = 6,133,500 \text{ tabs/año.}$$

El aumento de la producción anual será de 6,133,500 tabletas.

G.- Limpieza al finalizar el día de trabajo.

Si hay dos operarios en el momento de parar las máquinas al finalizar el día de trabajo, obtendremos lo siguiente:

de 16:50 a 16:55	paran 2 máquinas	10 min x 2 = 20 min
de 16:55 a 17:00	paran las otras 2	5 min x 2 = 10 min
	<u>Total</u>	<u>= 30 min</u>

Esto nos da un total de 30 minutos, en vez de 50, lo cual nos proporciona una ganancia de 20 minutos diarios.

$$(20 \text{ min}) \times (235 \text{ días}) = 4,700 \text{ min/año.}$$

$$(4,700 \text{ min/año}) \times (290 \text{ tabs/min}) = 1,363,000 \text{ tabs/año.}$$

El incremento en el rendimiento anual será de 1,363,000 tabletas.

Incremento de la producción
por reducción del tiempo de : 17,420,300 tabs/año 13.1 %
paro de las causas inevitables.

II.- Causas justificadas.

A.- Juntas de operarios.

Como se ha dicho, no todos los laboratorios realizan este tipo de juntas con sus operarios. En los laboratorios que sí las realizan no en todos se efectúan en horas hábiles. En estos casos no hay merma en el rendimiento del departamento de tabletas por esta causa.

En los laboratorios en que se realizan dichas juntas en horas hábiles, se puede reducir el tiempo de paro por esta causa mediante una buena planeación, por parte de los supervisores, de los puntos a tratar en tales reuniones.

El tiempo de paro puede reducirse de 45 a 30 minutos por junta. Además, si se realiza una junta por mes, en vez de dos o tres, es más que suficiente para tratar los problemas que se presenten con los operarios. Cuando se trate de un problema muy particular se puede tratar aparte. Por lo tanto, tendremos lo siguiente:

Se realizan 12 juntas (en vez de 24) de 30 minutos (en vez de 45).

Esto nos proporciona 2,880 minutos de ganancia.

$$(2,880 \text{ min/año}) \times (290 \text{ tabs/min}) = 835,200 \text{ tabs/año.}$$

El aumento anual de la producción será de 835,200 tabletas.

B.- Pláticas de orientación a los operarios.

En este caso lo ideal es que dichas pláticas se hagan en horas no hábiles, y todo el problema se reduce a convencer a los operarios y a los agentes del IMSS, SSA, etc., para que se realicen -

en horas no hábiles de trabajo. Si ésto se logra, el aumento de la producción anual será de 580,000 tabletas.

C.- Paro por análisis en proceso.

Es difícil que se suprima del todo el tiempo inactivo por esta causa. Pero, puede reducirse el tiempo de paro, siempre y cuando el departamento de control de calidad cuente con métodos de análisis efectivos y personal capacitado para hacer los análisis con rapidez y exactitud. Además, debe haber exigencia por parte del departamento de producción, para que los análisis se hagan - con mayor rapidez.

El tiempo de paro por esta causa puede reducirse de 240 minutos a 120 minutos.

$(92 \text{ lotes/año}) \times (120 \text{ min/lote}) = 11,040 \text{ min/año.}$

$(11,040 \text{ min/año}) \times (290 \text{ tabs/min}) = 3,201,600 \text{ tabs/año.}$

El aumento anual de la producción será de 3,201,600 tabletas.

Incremento de la producción por reducción del tiempo de paro de las causas justificadas.	: 4,616,800 tabs/año	3.5 %
--	----------------------	-------

III.- Causas injustificadas.

A.- Fallas mecánicas.

Normalmente, las fallas mecánicas en las máquinas tableteadoras se deben a la falta de un adecuado programa de mantenimiento preventivo. Revisión y limpieza general de la máquinas cada dos meses es suficiente para mantenerlas en buenas condiciones de trabajo y evitar las fallas mecánicas. El aumento en la producción anual será de 4,176,000 tabletas.

B.- Granulado inadecuado para compresión.

Esto se produce cuando no hay cuidado y meticulosidad por parte de los operarios y supervisores al fabricar el granulado. Por ésto el granulado no tendrá las especificaciones requeridas para una buena compresión. Por ejemplo; puede tener exceso de finos, o bien puede ser afectado seriamente por factores ambientales, -

tales como; calor, humedad, etc.

La solución a este problema es la capacitación de los operarios y una supervisión cuidadosa del proceso de fabricación.

El incremento anual del rendimiento será de 1,252,800 tabletas.

C.- Falta de granulado; no hay orden de fabricación.

Realmente, es difícil solucionar este problema porque es bastante complicado y puede ser provocado por varias causas, por ejemplo; situación económica del país (inflación, alza de precios y salarios, etc.), retraso de materias primas de importación por trámites burocráticos en dependencias oficiales, etc.

Sin embargo, debe hacerse un esfuerzo serio para que esto ocurra lo menos posible mediante una buena planeación.

Suponiendo que, mediante una buena planeación, logra reducirse el tiempo inactivo por esta causa a la mitad de lo calculado, tendremos lo siguiente:

$$(5 \text{ paros}) \times (4 \text{ máquinas}) = 20 \text{ paros/año.}$$

$$(20 \text{ paros/año}) \times (480 \text{ min/paro}) = 9,600 \text{ min/año.}$$

$$(9,600 \text{ min/año}) \times (290 \text{ tabs/min}) = 2,784,000 \text{ tabs/año.}$$

El incremento en la producción anual será de 2,784,000 tabletas.

D.- Falta de granulado; granulado en proceso.

Este problema puede resolverse mediante una buena supervisión por parte del jefe de fabricación, de tal manera que los lotes programados se fabriquen adecuadamente y en el tiempo especificado. El aumento en la producción anual será de 1,600,800 tabletas.

E.- Retraso del operario.

Este problema puede solucionarse mediante una labor de educación y formación moral, humana y técnica para que los operarios sean más concientes y responsables y entren puntualmente a trabajar. En el caso en que el operario se retrasa por enfermedad o algún contratiempo serio se justifica, pero aquí nos referimos al retraso del operario porque éste se queda platicando con sus compañeros en los vestidores o porque se pone la ropa de trabajo con lentitud.

Suponiendo que el 10 % de los retrasos no pueden salvarse y -
son justificados, tendremos lo siguiente:

$(90 \text{ retrasos/año}) \times (10 \text{ min}) \times (4 \text{ máquinas}) = 3,600 \text{ min/año.}$

$(3,600 \text{ min/año}) \times (290 \text{ tabs/min}) = 1,044,000 \text{ tabs/año.}$

El aumento en la producción anual será de 1,044,000 tabletas.

F.- Retraso por salidas a desayuno y comida del operario.

Esto se evita teniendo dos operarios en el departamento de ta-
bletas y exigiendoles más responsabilidad. El aumento en la pro-
ducción anual será de 2,726,000 tabletas.

G.- Otras salidas.

La solución a este problema es que haya siempre dos operarios
en el departamento de tabletas, si uno sale otro se queda cuidan-
do y supervisando las máquinas. El incremento en el rendimiento -
anual será de 1,740,000 tabletas.

Incremento de la producción por reducción del tiempo de paro por causas injustificadas.	: 15,323,600 tabs/año	11.5 %
---	-----------------------	--------

Incremento total de la producción :	37,360,700 tabs/año	28.1 %
-------------------------------------	---------------------	--------

Rendimiento tentativo = Rendimiento real + Incremento total.
= 72,791,000 + 37,360,700
= 110,151,700 tabs/año.

Rendimiento tentativo :	110,151,700 tabs/año	83.0 %
-------------------------	----------------------	--------

TABLA DE INCREMENTO DE LA PRODUCCION POR REDUCCION DEL TIEMPO DE PARO.

<u>CAUSA DE PARO.</u>	<u>TABLETAS POR AÑO.</u>	<u>%</u>
Cambio de punzones.	6,815,000	5.1
Cambio de lote.	266,800	0.2
Limpieza de máquina durante el día.	545,200	0.4
Causas externas.	626,400	0.5
Mantenimiento; revisión de máquinas.	1,670,400	1.2
Tiempo de arranque de máquina.	6,133,500	4.6
Limpieza al finalizar el día de trabajo.	1,363,000	1.1
Juntas de operarios.	835,200	0.6
Pláticas de orientación a operarios.	580,000	0.4
Análisis en proceso.	3,201,600	2.5
Fallas mecánicas.	4,176,000	3.1
Granulado inadecuado para compresión.	1,252,800	0.9
Falta de granulado; no hay orden de fabricación.	2,784,000	2.1
Falta de granulado; granulado en proceso.	1,600,800	1.2
Retraso del operario.	1,044,000	0.8
Retraso por desayuno y comida del operario.	2,726,000	2.1
Otras salidas.	1,740,000	1.3
Incremento total :	37,360,700	28.1
Rendimiento tentativo :	110,151,700	83.0

C A P I T U L O VIII.

RESUMEN Y COMENTARIOS.

Una de las causas por las que se desperdicia mucho tiempo es el hecho de que falta sentido de responsabilidad y honestidad en los operarios. Generalmente, se sienten explotados y sólo realizan el trabajo por el cual, dicen ellos, les pagan y nada más. - Por otra parte, hay que tener en cuenta que el común de los trabajadores tiende a seguir la ley del menor esfuerzo: "entre nosotros trabaje y más me paguen, mejor". El obrero no aprecia su trabajo sino en la medida en que le sea remunerado, cosa que hasta cierto punto es explicable. Si se lograra que el obrero viese su trabajo no solamente como un medio de subsistencia, sino también, como algo que lo ennoblece y le ayuda a desarrollar sus aptitudes y su personalidad en general, seguramente se obtendrían mejores resultados; porque un trabajo hecho con aprecio y con gusto es un motivo poderoso para hacerlo cada vez mejor.

Por lo cual es necesario educar al obrero para hacerlo honesto y responsable.

Puesto que la causa principal por la cual el obrero no actúa con honestidad y responsabilidad al desarrollar su trabajo es la pérdida o menosprecio de los valores éticos y morales; es necesario reavivar y formar dichos valores en los obreros, a través de una labor educativa que puede durar mucho o poco tiempo, dependiendo de la calidad moral de cada individuo; pero, en general, lo podemos realizar mediante lo siguiente:

A.- Honestidad y responsabilidad de los jefes.

"Las palabras convencen, pero el ejemplo arrastra".

B.- Exigencia justa de los jefes a los obreros.

Exigir con respeto pero con energía, considerando que cada individuo es un hombre y no una máquina.

C.- Capacitación y promoción de los obreros.

Toda empresa es una institución que cuenta con recursos huma-

nos, tecnológicos, financieros y tiene como principal objetivo - la innovación y renovación de sí misma. Esto es importante para lograr transformaciones y éstas están supeditadas, principalmente a la calidad de sus recursos humanos. De ahí la necesidad, para la supervivencia y superación de la empresa, de crear en ella un ambiente de desarrollo humano integral.

La promoción del personal es una responsabilidad tanto del directivo o gerente de la empresa como de los jefes intermedios y supervisores (4).

Promoción es procurar el ascenso de alguien a niveles superiores a los que actualmente tiene, pero no por arbitrariedad o paternalismo, sino que la promoción debe ser el resultado de su propia superación. Lo anterior supone capacitación; a su vez la capacitación de uno mismo supone esfuerzo personal y desarrollo de -- las cualidades y capacidad propias. Por eso, la verdadera base de la promoción está en la formación y educación.

La empresa debe participar en la educación de sus empleados y obreros, colaborando así a solucionar el problema educativo en -- nuestra patria (4).

La educación del obrero debe crear en él una jerarquía de valores que estimule el desarrollo de sus facultades y ser así más -- productivo, para ganarse la vida en una forma que estimule su propio bienestar y el de toda la sociedad. Esto debe ser una preocupación constante de la empresa.

La educación debe crear movilidad social. La falta de oportunidades de capacitación para el trabajo, para alumnos que terminaron su primaria, son características del sistema educativo en México y son efecto de las desigualdades sociales, y causa de su -- persistencia (4).

La función de la empresa, gerente y jefes intermedios, puede y debe contribuir en forma subsidiaria a estimular esta capacitación y romper este círculo vicioso, que daría como resultado una fuerte clase media con poder adquisitivo que sería la columna verte--



bral del desarrollo interno del país.

En nuestro país, donde más del 50 % de la población es joven y no tiene aún 25 años, la empresa debe reafirmar su fe en la ju ventud y crear un ambiente de trabajo atractivo para la gente jo ven con el trato y las oportunidades abiertas, que no los deje - postergados solo por ser jóvenes. Este trato crea en ellos un -- gran deseo de prepararse y autorealizarse dentro de su trabajo - en la empresa (4).

D.- Participación de los obreros en la empresa.

Encontrar medios para que cada día más los trabajadores de la empresa conozcan mejor su trabajo, los objetivos y naturaleza de la misma, su funcionamiento, sus planes; para que participen hoy en las decisiones de su trabajo y de sus áreas próximas y quizás mañana en el gobierno de las mismas empresas.

E.- Sentido social del trabajo.

Hacer que la empresa y los obreros tengan el justo sentido de sus deberes para la sociedad a la que sirven y en la que operan, y obren en consecuencia. En la sociedad, la empresa está para - servirla no para explotarla. La sociedad le proporciona la paz y el orden (garantizados por la ley y el poder público); la fuerza de trabajo y el mercado de consumidores; la educación de sus -- obreros, técnicos y directivos; los medios de comunicación y lo que hoy se llama la infraestructura económica. Por eso el servicio a la sociedad no es algo optativo o accesorio a la empresa, ni un simple medio para obtener utilidades (4).

La empresa es una invención humana para satisfacer mejor sus necesidades y las de los demás, mediante la división del trabajo. Es la reunión de los esfuerzos y recursos de muchos hombres alrededor de la dirección de unos cuantos, para servir a la sociedad y así, servirse a sí mismos. La empresa actúa con hombres, entre los hombres y para los hombres. Por eso la creación y distribu-- ción de la riqueza, tarea económica que le es propia, tiene impli-- ciones sociales, en el campo cultural y el cívico-social.

C A P I T U L O IX.

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

Este estudio se efectuó en un laboratorio farmacéutico, en el cual se me proporcionó la oportunidad de realizar la Tesis Profesional en sus instalaciones.

Seguramente los problemas que se han planteado en este trabajo no son los mismos para todos los laboratorios farmacéuticos que hay en México. Quizá existan otro tipo de problemas que no se han mencionado en este trabajo, ya que es prácticamente imposible conocer todos y cada uno de ellos, porque sería necesario estar en todos y cada uno de los laboratorios. Además, la problemática varía de un laboratorio a otro; bien sea por el tipo de productos que se fabriquen o por la capacidad de producción del laboratorio.

Sin embargo, los problemas que aquí se han planteado pueden ser de interés para las personas encargadas del departamento de producción, y en especial para los supervisores del área de tabletas, -- porque tal vez puede presentarse alguno de ellos en su laboratorio, y el presente trabajo les puede servir para solucionarlo.

El presente estudio sirvió para concluir lo siguiente:

Deben incrementarse este tipo de estudios, y pueden hacerse como tesis profesionales, porque tienen las siguientes ventajas:

1.- Ventajas para la industria.

- a.- Se beneficia con el esfuerzo y trabajo del estudiante.
- b.- Resuelve este tipo de problemas sin tener que contratar a una persona especializada, ésto le trae un beneficio económico.

2.- Ventajas para el estudiante.

- a.- Conoce el campo de trabajo en el que va a desenvolverse.
- b.- Le ayuda a adquirir experiencia.
- c.- Como consecuencia de lo anterior, el estudiante tendrá una mejor preparación.

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

- 1.- Lachman, Lieberman y Kanig. "The teory and practice of Industrial Pharmacy", LEA and FEBIGER, 2nd Ed., U.S. (1976).
- 2.- Remington's, "Pharmaceutical Sciences", Mack Publishing Company, 19th. Ed., U.S. (1975).
- 3.- Maynard, H.B. y Campy, A.J., "Manual de la Ingeniería de la Producción Industrial", Editorial Reverte, Barcelona, España (1960).
- 4.- Aranguren, Fernando y Amescua, Alfredo., "Pensamiento Empresarial Mexicano", Avance Editorial, S.A., 2a. Ed., Monterrey, Nuevo León-México (1975).