



## A LOS ASISTENTES A LOS CURSOS DEL CENTRO DE EDUCACION CONTINUA

Las autoridades de la Facultad de Ingeniería, por conducto del Jefe del Centro de Educación Continua, Dr. Pedro Martínez Pereda, otorgan una constancia de asistencia a quienes cumplan con los requisitos establecidos para cada curso. Las personas que deseen que aparezca su título profesional precediendo a su nombre en el diploma, deberán entregar copia del mismo o de su cédula profesional a más tardar el SEGUNDO DIA de clases, en las oficinas del Centro, - con la señorita Barraza, encargada de inscripciones, de lo contrario NO será posible.

El control de asistencia se efectuará a través de la persona encargada de entregar notas, en la mesa de entrega de material mediante listas especiales. Las ausencias serán computadas por las autoridades del Centro.

Se recomienda a los asistentes participar activamente con sus ideas y experiencias, pues los cursos que ofrece el Centro están planeados para que los profesores expongan una tesis, pero sobre todo, para que coordinen las opiniones de todos los interesados constituyendo verdaderos seminarios.

Es muy importante que todos los asistentes llenen y entreguen su hoja de inscripción al inicio del curso. Las personas comisionadas por alguna institución deberán pasar a inscribirse en las oficinas del Centro en la misma forma que los demás asistentes.

Con objeto de mejorar los servicios que el Centro de Educación Continua ofrece, se hará una evaluación del mismo a través de un cuestionario diseñado para emitir juicios anónimos por parte de los asistentes; esto se hará al finalizar el curso.

ATENTAMENTE

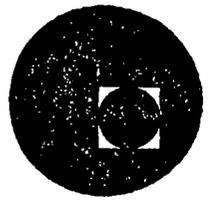
ING. SALVADOR MEDINA RIVERO  
COORDINADOR DE CURSOS ABIERTOS



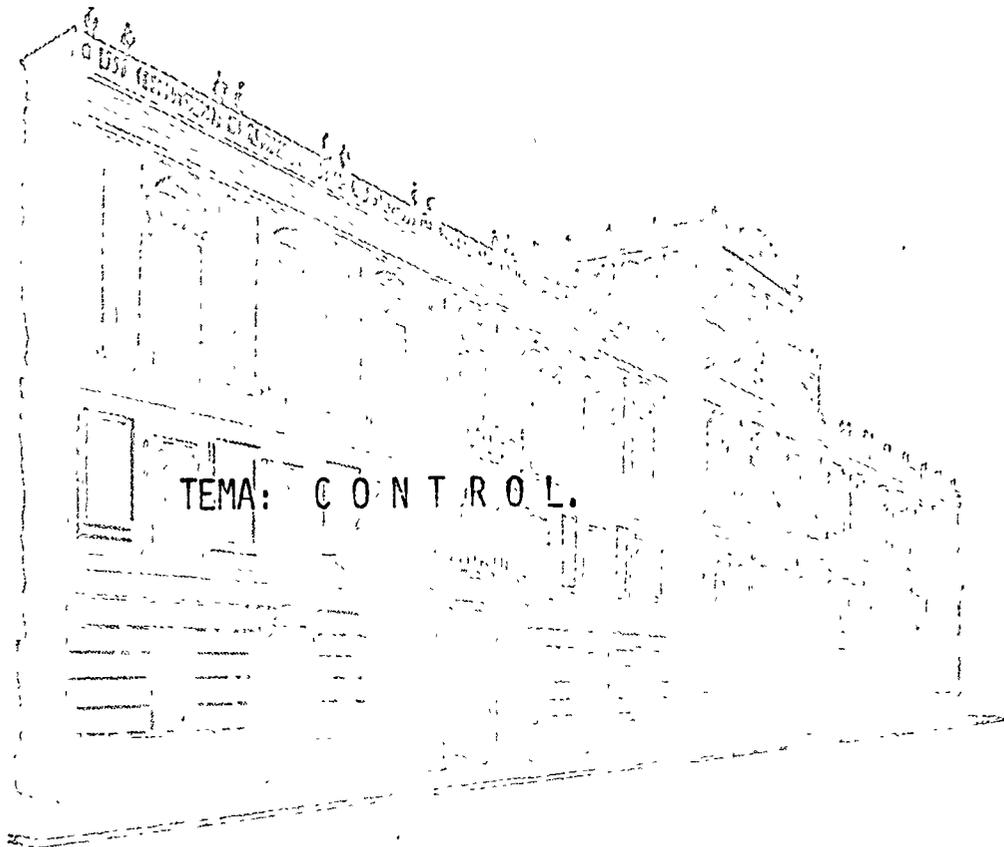




centro de educación continua  
división de estudios superiores  
facultad de ingeniería, unam



PROGRAMACION Y CONTROL DE OBRAS  
EN COLABORACION CON LA UNIVERSIDAD DE CHIHUAHUA.



ING. GABINO GRACIA CAMPILLO.

AGOSTO DE 1977.

## C O N T R O L

Administración

### Introducción

En el campo de la Ingeniería Civil se plantea constantemente la necesidad de construir obras para solucionar los problemas socio-económicos del País.

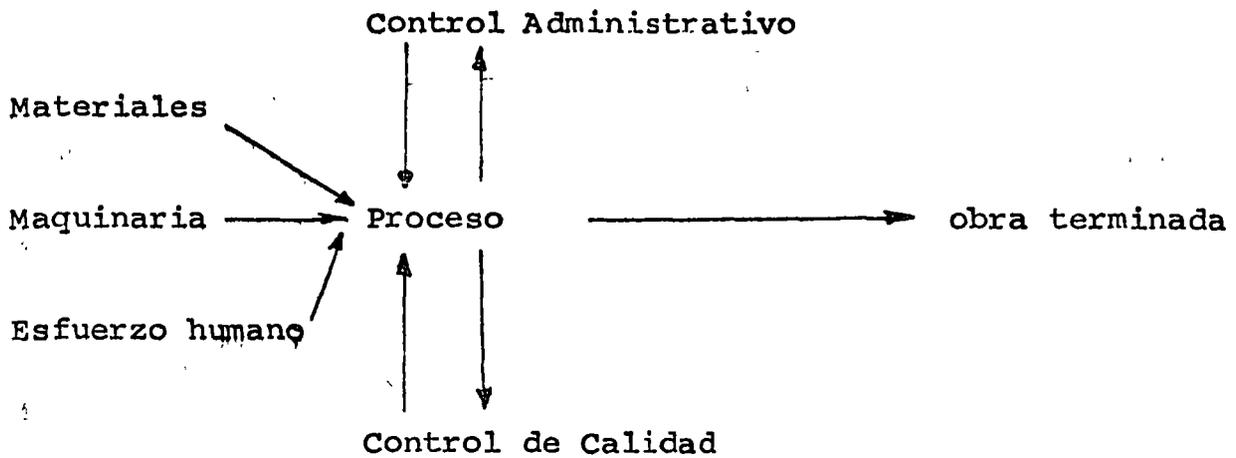
El proceso se inicia con estudios:

- a) Exploratorios
- b) Preliminares
- c) De Factibilidad
- d) Detallado

Determinado el proyecto definitivo, se planea la obra y se inicia posteriormente la etapa de construcción y es en esta donde se establece propiamente el proceso fundamental del control, partiendo de un Estandar (Proyecto).

La transformación de los materiales, maquinaria y esfuerzo humano se manifiestan en un proceso siendo el producto la obra terminada. Para que sea integral el aprovechamiento de los recursos, se debe ejercer un control de tipo administrativo y un control de calidad del trabajo que se realiza, para obtener estándares de medición que permitan comparar los resultados con las normas establecidas.

Si formamos un modelo Insumo-Producto con la integración de las consideraciones anteriores, este nos quedaría de la siguiente forma:



Del modelo podemos deducir que el control es un punto muy importante para obtener el producto deseado y que existe además - una interacción entre el control y el proceso. Esta interacción nos indica que cuando los objetivos específicos no cumplan con las normas establecidas, se puede modificar el proceso por medio de una -- retroalimentación que nos permita conocer las causas de las desviaciones al compararlas con los estándares.

Esto conduce a planear nuevamente el proceso con base a la información de los hechos por medio de la retroalimentación.

### Control

El control es una función administrativa que nos permite - establecer métodos de actuación concretos para alcanzarlos, y son - parte importante del proceso de planeación, procurando siempre que las operaciones se ajusten a lo planeado o lo más cercano posible.

No se puede enunciar en unas cuantas palabras los objeti-- vos universales aceptables ya que estos son reflejo de la experiencia propia.

El control es comparable al sistema nervioso del cuerpo humano que se encuentra por todo el cuerpo como el control se encuentra en toda la organización.

Objetivos del Control.

El objetivo del control es luchar porque se obtenga eficiencia que para la empresa significa productividad.

Los objetivos ejercen su función en calidad de normas - para que podamos medir el resultado organizativo e individual.

No podemos hablar del control si no se fijan las metas y se establece el estandar de medición.

Procedimiento del Control.

El proceso del control se compone de cuatro etapas o fases que son:

- I.- Establecimiento de las normas o estándares
- II.- Información de los resultados obtenidos
- III.- Comparación de los resultados reales con las normas
- IV.- Corrección de las desviaciones.

Estos elementos siempre intervienen independiente de lo que se controle.

Aunque el procedimiento del control básico puede ser sencillo, su aplicación trae consigo muchas interrogaciones, como son:

- ¿ Cuando y donde debe hacerse la revisión?
- ¿ Que estándares habrá que usar para calificar?
- ¿ Quien debe hacer las valoraciones ?

¿ A quien deben comunicarse los resultados de las valoraciones?

¿ De que manera podrá determinarse todo el procedimiento oportuno, equitativamente y con un gasto razonable ?

Nuestra respuesta a preguntas como éstas determinarán la efectividad de cualquiera que sea el sistema de control.

Bases del Control.

Determinar cuando y en que medida hay que controlar y seleccionar los sistemas adecuados es una de las decisiones que compete a la gerencia, para poner en práctica un programa general de control.

El control ha de practicarse hasta que la organización pueda mantenerse en condiciones de estabilidad y lograr sus objetivos.

Para crear las bases de control, es importante conocer ciertas ideas básicas que son el principio del control.

## 1 CONTROL EN EL PUNTO ESTRATEGICO

El control óptimo solo puede ser logrado si los puntos críticos, claves o limitativos pueden ser identificados y se pueden ajustar.

## 2 LA RETROALIMENTACION

El proceso de ajustar las acciones futuras con base a la información acerca de la experiencia se conoce como retroalimentación.

### 3.- EL CONTROL FLEXIBLE

Cualquier sistema de control debe responder a las condiciones cambiantes.

### 4.- ADAPTACION A LA ORGANIZACION

Los controles deben ser hechos a la medida de la organización.

### 5.- AUTOCONTROL

Las unidades deben ser planeadas para controlarse a sí mismas.

### 6.- CONTROL DIRECTO

Cualquier sistema de control debe ser diseñado para mantener contacto directo entre el que controla y lo que es controlado.

### 7.- EL FACTOR HUMANO

Cualquier sistema de control que incluya a personas se ve afectado por la manera psicológica como los seres humanos ven el sistema.

### Establecimiento de las Normas o Estándares.

No existen reglas fijas que nos indiquen cuánto hay que controlar. El punto en que hemos de detenernos es a menudo complejo y puede ser arriesgado intentar mantener un sistema de control demasiado sencillo.

Los estándares o normas pueden ser tangibles, indefinidos o concretos, pero hasta que todos los interesados comprendan bien cuales son los resultados que se desea tener, los controles solo provocan confusiones.

El primer paso en la formulación de estándares para fines de control es aclarar cuales son los resultados que deseamos obtener. Por lo general, el enfoque de los estándares se centra en la Producción, Costo y fuentes de recursos.

#### INFORMACION DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Uno de los factores más importantes en el establecimiento de un sistema de control, es la comunicación.

El término "comunicación" significa el intercambio de hechos, ideas, o impresiones emotivas entre dos o mas personas. El intercambio se realiza con éxito solo cuando produce un mutuo entendimiento. No basta que digamos: el receptor debe ENTENDER el mensaje que desea comunicarle el expedidor. Es posible que no estén de acuerdo ambos y que, sin embargo la comunicación se haya realizado, porque por lo menos uno de ellos comprenda lo que el otro quiso transmitir.

Uno de los principales problemas al que nos enfrentamos al formar redes de comunicación es la confiabilidad en el canal de mando. Desde hace muchas décadas los hombres de negocios han utilizado el canal de mando como la arteria principal de las comunicaciones en las empresas. El canal puede ser estrecho, pero permite

que los mensajes esenciales circulen en dos sentidos: el empleado espera recibir la información acerca de su trabajo y los planes de la empresa de su jefe inmediato; por su parte si desea -- hacer proposiciones o formular preguntas, recurre a su jefe. Los problemas se manifiestan cuando el "jefe" con ideas antiguas -- (sea Director, Gerente, o Jefe de departamento), considera que toda tentativa de desviar el canal de información de entrada o salida de su área, para que no pase por su mesa de trabajo, infringe sus prerrogativas y su autoridad.

Pocos negocios modernos pueden permitir que el canal de comunicaciones circule por un solo canal, pues cada gerente viene a constituir un "cuello de b6tella" potencial en el flujo de los informes esenciales.

La experiencia ha demostrado que el hombre es mal transmisor de ideas. Otra deformación más ocurre cuando el mensaje sube o baja por el canal de mando. Entre el subalterno y el jefe existe la tendencia de interponer un tamiz protector, despues de dos o tres tamices de este tipo, la información que llega, quedará probablemente muy deformada.

En virtud de que las comunicaciones que fluyen por el canal de mando tienden a ser lentas y deformables, las compañías casi siempre utilizan otros canales más. Estos canales que permiten distribuir los informes operacionales por toda la organización, funcionan en forma similar a la del canal sanguíneo que lleva oxígeno a todas las partes del cuerpo humano.

Las redes de comunicación que dispone una empresa, es muy amplia, un gran caudal de información fluye "horizontalmente" en impresos, en formas preconcebidas con vocabulario especial; otras veces a manera de informes en resumen para gran cantidad de datos directamente entre operadores y sobrestantes, otras mas en boletines oficiales.

La comunicación escrita en ocasiones suelen fallar, cuando se trata de comunicar estados de ánimo o nuevos factores que necesitan ponderarse. En cambio, el intercambio verbal posee varias ventajas de las cuales carece el mensaje escrito, estas son:

- a) La falta de oportunidad de la respuesta inmediata.
- b) Cuando nos enfrentamos a problemas no comunes que requieren explicación adicional y su confirmación.
- c) Intercambio de impresiones.

Por lo tanto, aunque se reconozca la necesidad de las comunicaciones escritas, tambien debemos dar cabida al intercambio verbal para que nuestra red sea lo más efectiva posible.

Hemos mencionado anteriormente algunas ventajas de la comunicación verbal, cabría ahora la oportunidad de citar también las desventajas que tiene este sistema de comunicación como es:

- a) Mayor cantidad de palabras.
- b) La atención se guía por el propio interés.
- c) La intención es reflejo de actitudes anteriores.

Para terminar con los sistemas de comunicación en una --  
empresa, mencionaremos el conducto clandestino por el cual circu-  
lan los rumores, los cuales existen y no es posible negarlo.

Los informes de control que resumen y comunican los resul-  
tados de las observaciones realizadas, constituyen una etapa indis-  
pensable del proceso de control, por lo menos en los casos más --  
extensos, es preciso poner más atención en ellos, porque la inefi-  
cencia en cualquier etapa necesaria podría provocar el hundimiento  
de todo el proceso.

Es preciso que la información necesaria para controlar sea  
lo mas homogénea posible, por lo que la mayoría de las empresas --  
diseñan formas específicas para cada tipo de control específico --  
evitando de esta manera interpretaciones erróneas o bien informacio-  
nes sin trascendencia, que solo origina gastos innecesarios.

La información para efectos de control debe ser breve, --  
agil, oportuna y verás.

#### Diseño del Sistema para el Control

Definimos el diseño del sistema para el control como:  
"Idear y planear mentalmente una unidad de muchas partes diversas  
para ejercer una influencia moderada o directora en la actividad  
que deseamos controlar"

Un diseño de sistema es un enigma de tipo particular.  
El problema existe para una persona cuando ésta tiene un objetivo

definido que no puede alcanzar con la norma del comportamiento que tiene ya dispuesta. Se plantea la solución cuando algún obstáculo se opone a la consecuencia de un objetivo. No hay dificultad ni el camino a la solución está despejado. Únicamente cuando hay que descubrir medios para salvar un obstáculo se prepara el esenario para su solución.

Para obtener una solución correcta, necesitamos escoger entre nuestras experiencias anteriores similares al caso y organizarlas.

#### GUIA PARA EL DISEÑO LOGICO DE SISTEMAS DE CONTROL

Paso 1.- DARSE CUENTA DEL PROBLEMA.- Aunque estamos rodeados de problemas sin resolver, no se convierten en tales mientras no vemos que lo son.

Paso 2.- DEFINIR EL PROBLEMA.- Una vaga noción del problema a -- nadie llevará a ninguna parte, más si hacemos un esfuerzo para delimitar el problema con precisión, en nuestra mente surgirán buenas ideas.

Paso 3.- LOCALIZAR, VALORAR Y ORGANIZAR LOS DATOS

Para preparar una solución provisional a un problema es ante todo necesario reunir datos.

Paso 4.- DESCUBRIR RELACIONES Y FORMULAR HIPOTESIS

Con los datos obtenidos se hacen hipótesis y suposiciones.

Paso 5.- VALORAR LAS HIPOTESIS.- Hay que someter a rigurosa prueba de modo sistemático la solución provisional. Primero es necesario determinar si la respuesta satisface o no las exigencias del problema.

Paso 6.- APLICAR LA SOLUCIÓN.- El paso de la aplicación no siempre es fácil de apreciar en algunos problemas puramente especulativos y es posible que no siempre se encuentre en la solución del diseño del sistema.

El análisis de sistemas se compone de tres pasos:

A) Diagrama de trámite.

Consiste este paso en mostrar la marcha que siguen los trámites burocráticos mediante un esquema.

B) Diseño de formas o impresos

Todas las formas se diseñan o rediseñan para su eficaz empleo.

C) Manual de Procedimientos

Las instrucciones por etapas deben puntualizarse por escrito para que se vea el funcionamiento del trámite mejorado.

Diagrama de trámites.

Conocida la organización es esencial detallar un cuadro gráfico del flujo de papeles.

Todo lenguaje necesita sus reglas, como que la gráfica debe empezar en la margen superior izquierda y avanza hacia la derecha.

El eje vertical muestra la sucesión cronológica de los acontecimientos estando los primeros arriba. Las columnas pueden utilizarse para representar diferentes formas o impresos; por ejemplo, los diferentes departamentos por los que pasa el trámite. El solo diagrama de ésta serviría muy poco y lo que procede después, es analizar para estudiar las posibles mejoras. El mejor método de hacerlo es preguntando cosas como estas:

#### LISTA DE PREGUNTAS

- ¿ Puede eliminarse alguna copia ?
- ¿ Puede suprimirse algún trámite ?
- ¿ Puede hacer mejor las operaciones alguna otra persona ?
- ¿ Pueden combinarse algunos trámites en forma ventajosa ?
- ¿ Puede mejorarse la sucesión de los trámites ?
- ¿ Pueden subdividirse algunos trámites en forma conveniente?
- ¿ Puede el iniciador de una forma proporcionar más y mejor información ?
- ¿ Podría hacer la operación un empleado que gane menos ?
- ¿ Puede eliminarse alguna operación de archivo ?
- ¿ Para que conservar la forma ?
- ¿ Se lleva registro en más de un lugar ?

Hay otras preguntas que podrían plantearse y conviene acostumbrarse a ello ya que ninguna lista reemplaza jamás la idea creadora del hombre.

Diseño de formas.

El diseño de formas empleadas en el procedimiento burocrático es sencillamente la aplicación del sentido común. En general se deben tener presente lo fácil que es añadir o quitar información, sea manuscrita o a máquina. Pero como es difícil recordar tantas cosas lo mejor es tener una lista lo más completa posible.

#### LISTA PARA EL DISEÑO DE FORMAS.

- ¿ Es necesaria esta forma o podría otra servir también para tal fin ?
- ¿ Tiene esta forma un encabezado que describa verdaderamente su fin ?
- ¿ Tiene la forma suficientes instrucciones para uso general ?
- ¿ Tiene un tamaño apropiado para archivarla ?  
si la forma está destinada a viajar ¿ Necesita un espacio para indicar el destinatario y el remitente ?
- ¿ Hay en ella márgenes adecuados para encuadernarla ?
- ¿ Puede utilizarse ambos lados ?
- ¿ Corre riesgo de mancharse ? En caso afirmativo ¿ como hay que protegerla ?

- ¿ Está junta toda la información que necesite una persona ?
- ¿ Están separados los datos que pudieran ser causa de graves errores de transcripción ?
- ¿ Está la información en el orden necesario para su transcripción ?
- ¿ Es posible imprimir más información en lugar de llenarse a mano ?
- ¿ Son adecuados los espacios que deben llenarse a mano ?
- ¿ Están las líneas impresas de acuerdo con el espaciador de la máquina de escribir ?
- ¿ Está dispuesto el impreso para un número mínimo de topes de tabulador de la máquina de escribir ? (los topes deben confrontarse con otros impresos comerciales en uso)
- ¿ Contribuirán a reducir los errores líneas verticales y horizontales ?
- ¿ Pueden emplearse recuadros de señalamiento en lugar de la información escrita a mano ?
- ¿ Es susceptible de interpretarse erróneamente algún texto ?
- ¿ Es necesaria toda la información ?
- ¿ Da buen aspecto el documento ? ¿ Creará buena imagen mental en el que se sirva de él ?
- ¿ Sería útil para la identificación o el archivo un papel de color ?

¿ Puede sugerir mejoras el empleado que utiliza la forma ?

#### COMPARACION DE LOS RESULTADOS REALES CON LAS NORMAS

El registro oficial de los resultados y de las comparaciones con los estándares es sencillo y rudimentario. Intervienen pocas personas, los datos son conocidos por todos y el propósito principal del control es sencillamente llamar la atención hacia la forma en que el desempeño a los estándares determinados para que puedan iniciarse reajustes y rectificaciones de las definiciones.

La valoración de los rendimientos servirá de poco, hasta que se comuniquen los resultados a los jefes facultados para corregir las deficiencias. Esta información es una fase vital de la valoración utilizable.

Es preciso que la actuación resultante de las valoraciones de control se lleve a efecto por parte de las personas principalmente responsables de que se evalúe la operación.

La rapidez es una gran virtud cuando se trata de informes de control. Si se está ejecutando mal un trabajo, mientras más pronto se informe acerca de él y se corrija, menos daño se causará. Además, si no es evidente la causa de una dificultad, es probable que la investigación rápida revele las causas verdaderas y no la realice cuando las circunstancias ya no están frescas en la memoria de las personas interesadas.

La distinción entre los controles destinados a la valoración global y los que tienen por objeto principal llamar la atención, afectan la importancia que tiene la prontitud. La oportunidad es esencialmente urgente para el último grupo, porque pierden los controles casi todo su impacto, si son tardíos.

#### CORRECCION DE LAS DESVIACIONES

Los informes de control llaman la atención hacia las desviaciones del rendimiento respecto de los planes, pero, solo dan la señal de alarma. El resultado final llega cuando se pone remedio a las deficiencias. La investigación de control debe orientar a la de las dificultades para decidir oportunamente la forma de vencerlas y reajustar en seguida las operaciones.

El informe destinado a controlar suele servir para iniciar un nuevo ciclo administrativo: nuevas planeaciones y organización, mejores medidas directivas y otro conjunto de valuaciones e informes.

La distinción entre nuevos planes y reajustes para corregir deficiencias no es muy clara. Por conveniencia, hablamos de "medidas correctivas" cuando los planes quedan sustancialmente sin modificar y si seguimos esforzándonos por llegar al mismo resultado final. Si nuestra valoración de los problemas del momento indica que conviene hacer cambios importantes en los planes o en los objetivos, entonces debemos "volver a formular planes". En ambos tipos de actuación, los datos de la valoración sirven de retroalimentación a los ejecutivos que modifican sus operaciones.

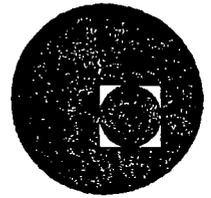
Por lo tanto, cuando nuestras valoraciones para controlar indica que no todo marcha bien, tenemos que investigar muchas causas posibles para hallar la que origina la dificultad. Una vez que se ha localizado el problema como resultado de la investigación provocada por el informe de control que sea desfavorable, - rápidamente efectuamos los ajustes para corregirla. Si las circunstancias operatorias han cambiado lo que se planeó, tomaremos medidas para hacer que vuelva a la normalidad.

#### Conclusion

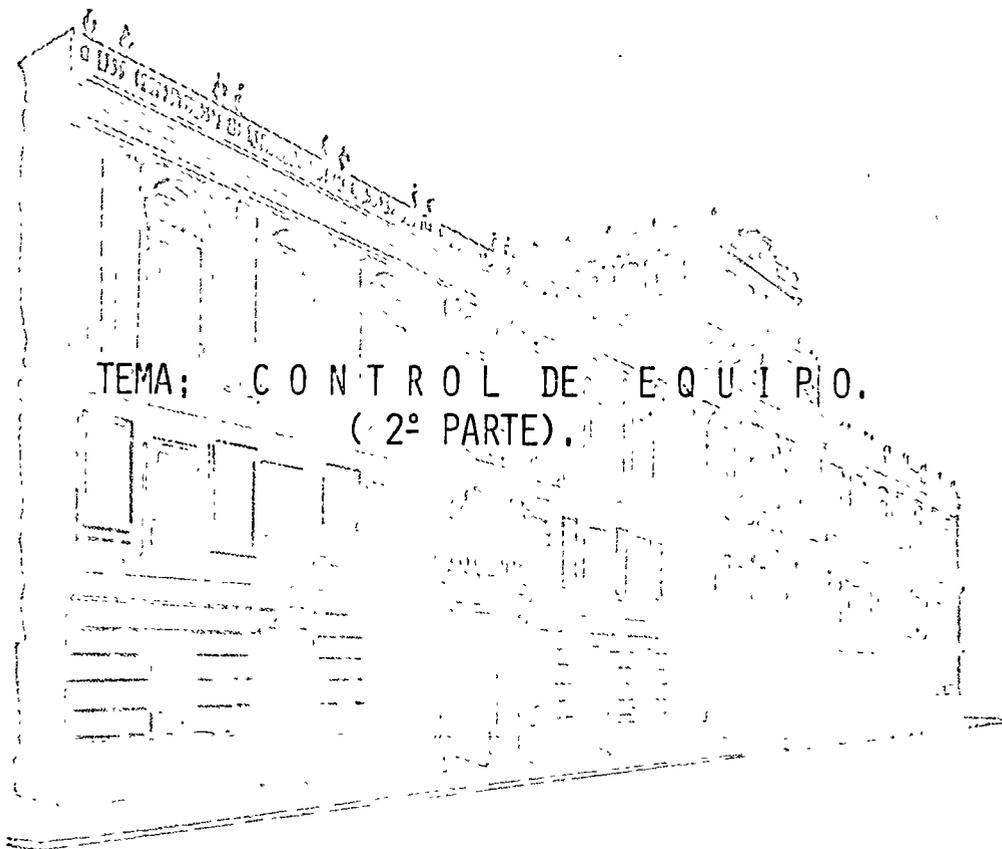
Controlar, como sucede con muchos otros aspectos de la administración, es cosa sencilla por lo que respecta a los elementos básicos, sin embargo, exige inventiva y destreza aplicar el -- control. La formulación de estándares de control en puntos estratégicos, el muestreo y la valoración de los resultados cualitativos, el equilibrio adecuado entre la oportunidad y la exactitud de los informes, la aplicación de estos a la forma de actuar para corregir deficiencias, todos estos son ejemplos de la multitud de cuestiones fundamentales que tenemos que resolver hábilmente para que el sistema de control tenga la potente efectividad.



centro de educación continua  
división de estudios superiores  
facultad de ingeniería, unam



PROGRAMACION Y CONTROL DE OBRAS  
EN COLABORACION CON LA UNIVERSIDAD DE CHIHUAHUA.



ING. GABINO GRACIA CAMPILLO.

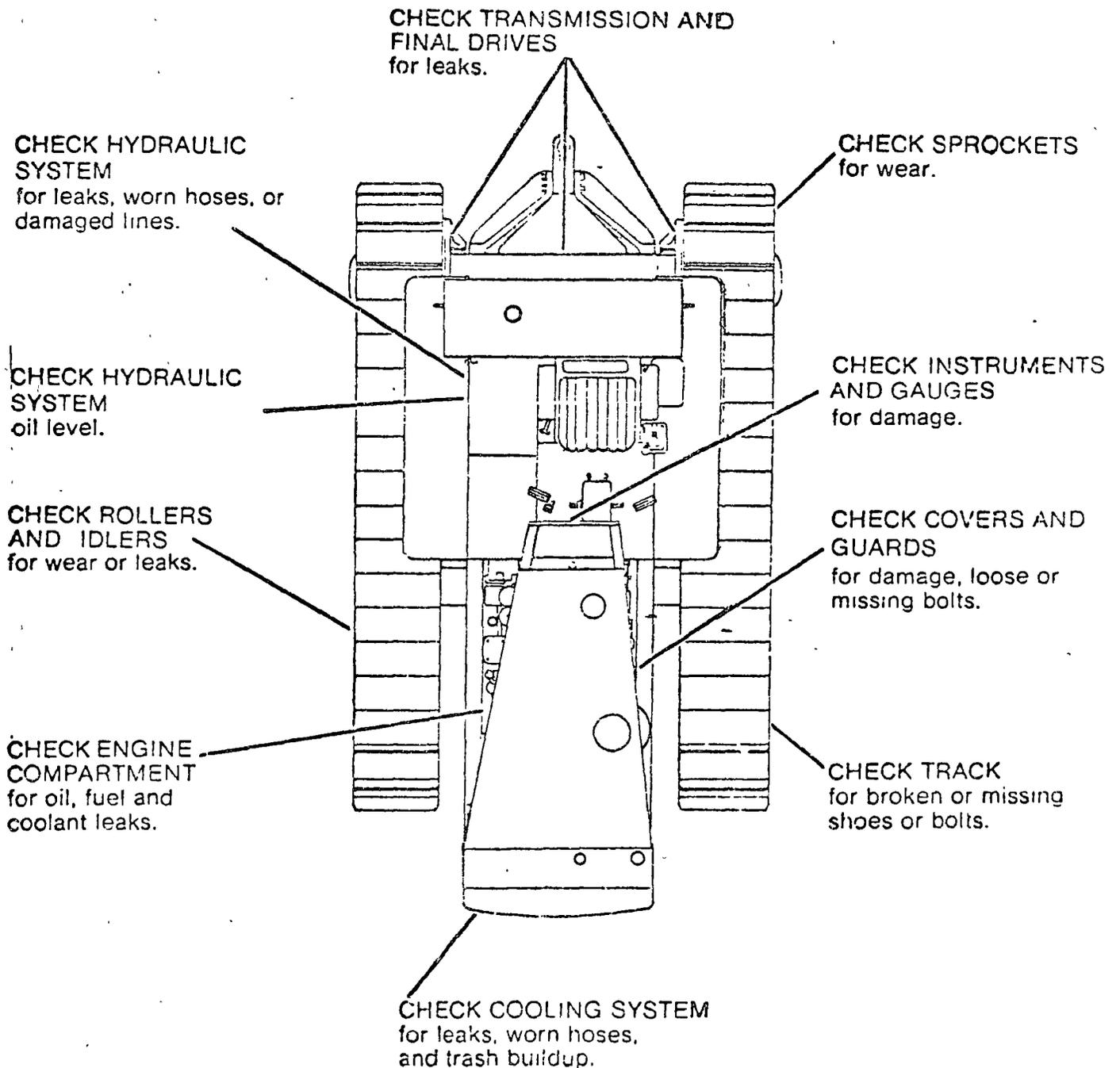
AGOSTO DE 1977

D-8

**WALK-AROUND CHECKS**

Series: 46A10725

For maintenance and operator personnel safety and maximum service life of the machine, make a thorough walk-around inspection when doing lubrication and maintenance work. Check under and around for such items as loose bolts, trash build-up, oil or coolant leaks.



# LUBRICATION AND MAINTENANCE CHART

ITEM	SERVICE	LUBRICANT	PAGE NO.	MAINT. INCE	
<b>EVERY 10 SERVICE HOURS OR DAILY</b>					
① Radiator	Check coolant level			9	9
② Starting engine crankcase	Check oil level	CC		9	9
③ Diesel engine crankcase	Check oil level	CD		9	9
<b>EVERY 50 SERVICE HOURS OR 1 WEEK</b>					
④ Hydraulic control system <sup>(1)</sup>	Check oil level	HYDO		10	10
⑤ Push block springs	Lubricate 2 fittings	MPGM		10	10
⑥ Push plate springs and hinge pins	Lubricate 4 fittings	MPGM		10	10
⑦ Bulldozer frame (8C only)	Lubricate 2 fittings	MPGM		10	10
⑧ Bulldozer cylinder lower trunnion	Lubricate 1 or 2 fittings	MPGM		10	10
⑨ Bulldozer cylinder and trunnion bearings	Lubricate 8 fittings	MPGM		10	10
⑩ Ripper kickout lever	Lubricate 1 fitting	MPGM		10	10
⑪ Ripper link and cylinder bearings	Lubricate 14 or 16 fittings	MPGM		10	10
<b>EVERY 100 SERVICE HOURS OR 2 WEEKS</b>					
⑫ Batteries	Check electrolyte level			11	11
⑬ Bulldozer cable sheaves	Lubricate 8 or 10 fittings	MPGM		11	11
⑭ Bulldozer tilt brace	Lubricate 2 fittings	MPGM		11	11
⑮ Bulldozer tilt brace ball and socket	Lubricate 2 fittings	MPGM		11	11
⑯ Cable control sheave bearings	Lubricate 2 or 4 fittings	MPGM		11	11
<b>EVERY 250 SERVICE HOURS OR MONTHLY</b>					
⑰ Diesel engine crankcase	Change oil <sup>(2)</sup> and filter elements - wash breather	CD		12	12
⑱ Transmission, bevel gear and steering clutch compartment <sup>(4)</sup>	Change filter elements and wash magnetic strainer	CD		13	13
⑲ Track roller frame inner bearings	Lubricate 2 fittings	MPGM		13	13
⑳ Starting engine pinion control lever	Lubricate 2 fittings	MPGM		14	14
㉑ Starting engine choke and throttle control shaft	Lubricate 1 fitting	MPGM		14	14
㉒ Fan and adjusting pulley bearings	Lubricate 2 fittings	MPGM		14	14
㉓ Cable control sheave shroud pivot points	Lubricate 2 or 6 fittings	MPGM		14	14
㉔ Cable control lever linkage	Lubricate 3 or 6 fittings	MPGM		15	15
㉕ Cable control brake spring lever	Lubricate 1 or 2 fittings	MPGM		15	15
㉖ Steering clutch brakes	Check - adjust if necessary			15	15
㉗ Drive belts	Check - adjust if necessary			15	15
<b>EVERY 500 SERVICE HOURS OR 3 MONTHS</b>					
㉘ Hydraulic control system <sup>(1)</sup>	Change filter element	HYDO		16	16
㉙ Starting engine clutch	Check - adjust if necessary			16	16
㉚ Starting engine clutch and pinion control lever	Check - adjust if necessary			17	17
㉛ Equalizer bar pads	Check			17	17
㉜ Cable control drive shaft universal joints	Lubricate 2 fittings	MPGM		17	17
㉝ Winch magnetic strainer	Wash magnetic strainer			18	18
㉞ Winch filter	Change filter			18	18

# LUBRICATION AND MAINTENANCE CHART

ITEM	SERVICE	LUBRICANT	PAGE NO.	MAINTENANCE
35 Winch breather	Change plastic breather		⊙	18
36 Winch oil sump	Change oil	CD		18
37 Transmission, bevel gear and steering clutch compartment <sup>(1)</sup>	Change oil and plastic breathers	CD	⊙	19
38 Diesel fuel tank	Drain moisture and sediment - wash & oil filler cap	CC	⊙	19
39 Starting engine crankcase	Change oil and filter element - wash breather	CC	⊙	20
40 Universal joint	Lubricate 2 fittings	MPGM		20
41 Final drives	Change lubricant - filter element	EO		20
EVERY 2000 SERVICE HOURS OR 1 YEAR				
42 Hydraulic control system	Change oil - wash filler screen	HYDO		21
43 Starting engine transmission	Change oil - wash breather	CC	⊙	22
44 Cable control gear case	Change oil	CD		23
45 Transmission speed selector bearing	Lubricate 1 fitting (if equipped with fitting)	MPGM		23
46 Brake control shaft bearings	Lubricate 4 fittings (if equipped with fittings)	MPGM		23
47 Steering clutch control lever bearings	Lubricate 6 fittings (if equipped with fittings)	MPGM		23
48 Cable control lever	Lubricate 4 fittings	MPGM		23
49 Starting engine valve lash	Check - adjust if necessary		⊙	24
50 Starting engine air cleaner	Change element		⊙	24
51 Diesel engine valves and compression release	Check - adjust if necessary		⊙	24
WHEN REQUIRED				
52 Transmission, bevel gear and steering clutch compartment <sup>(1)</sup>	Check oil level	CD	⊙	26
53 Final drives <sup>(1)</sup>	Check lubricant level		⊙	26
54 Cable control gear case <sup>(1)</sup>	Check oil level	CD	⊙	26
55 Starting engine transmission <sup>(1)</sup>	Check oil level	CC	⊙	26
56 Track <sup>(2)</sup>	Check - adjust if necessary		⊙	27
57 Diesel engine air intake system	These areas require periodic maintenance that cannot be given a definite service hour interval. Maintenance information for specific items in these areas is found on the maintenance logs.		⊙	28
58 Diesel fuel system			⊙	31
59 Cooling system			⊙	32
60 Starting engine			⊙	33
61 Cable control			⊙	34
62 Bulldozer			⊙	35
63 Hydraulic cylinders			⊙	36

<sup>(1)</sup> Check frequently if any signs of leakage develop or are suspected.

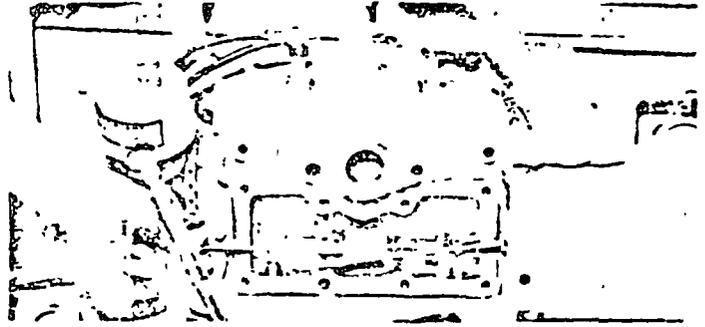
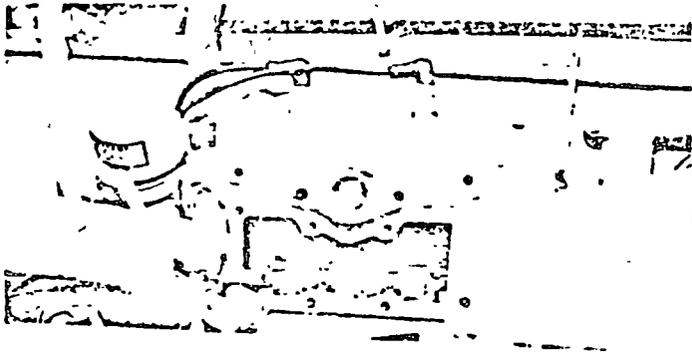
<sup>(2)</sup> Normal oil change interval when fuel sulphur content is 0.4% or less. When sulphur content is 0.4% to 1.0%, reduce oil change intervals one-half. When sulphur content is above 1.0%, reduce oil change to one fourth normal interval. Change oil earlier if filter indicator shows RED with engine running and oil at operating temperatures. Change oil any time it becomes thick and black. When operating in abrasive material check adjustment frequently.

Key to Lubricants:

- CD - Engine Service Classification CD or MIL-L-2104C
- CC - Engine Service Classification CC, MIL-L-21048 or MIL-L-46152
- EO - EO
- CC, CC
- HYDO - EO or certified Industrial-type Hydraulic Oils
- MPGM - Multipurpose-type Grease with Molybdenum Disulfide

**EVERY 2000 SERVICE HOURS OR 1 YEAR**

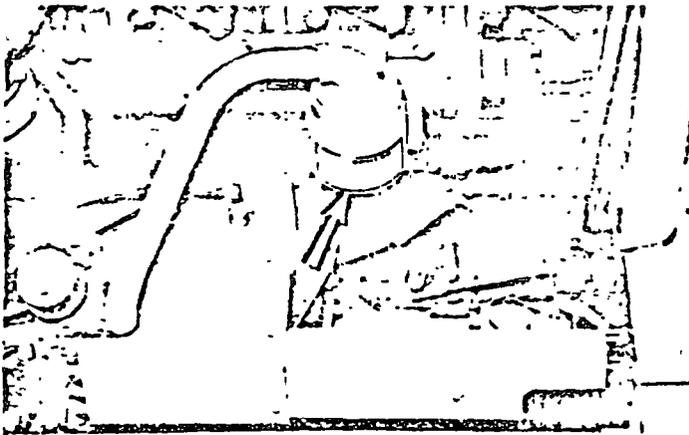
**49) STARTING ENGINE VALVE LASH**



1. Remove carburetor and cover. Crank engine until valve is closed. Check adjustment. Correct adjustment allows .008 inch (0,2 mm) clearance. Check each valve and adjust if necessary.

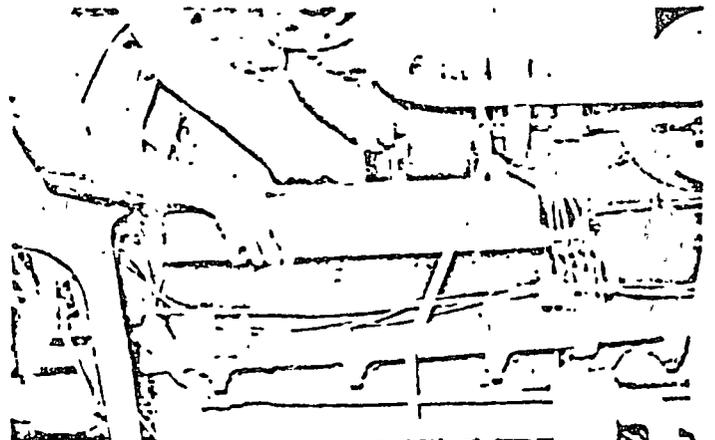
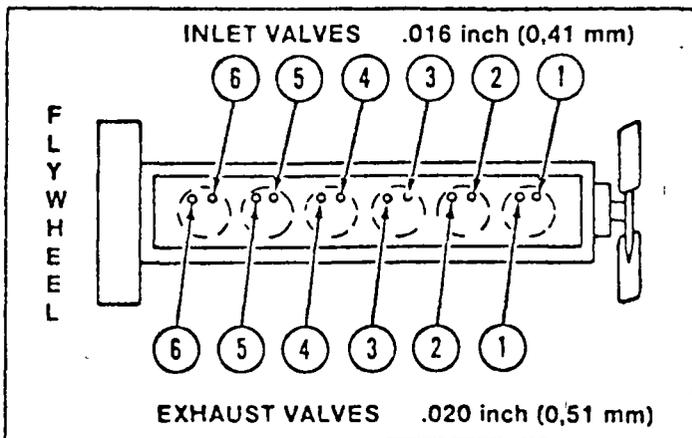
2. Hold lifter and turn adjusting screw to obtain correct clearance. Install cover and carburetor.

**50) STARTING ENGINE AIR CLEANER**



Remove cover and element. Discard used element and install a new one. Install cover.

**51) DIESEL ENGINE VALVES AND COMPRESSION RELEASE**

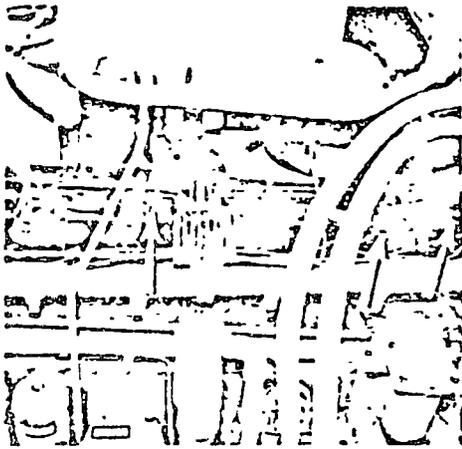


Check valve lash with engine stopped.

1. Remove valve covers.

Compression release must be in RUN position.

2. Turn flywheel to close No. 1 exhaust and inlet valves.



3. Check lash at No. 1, No. 2 and No. 4 inlet valves. Adjust if necessary.



4. Check lash at No. 1, No. 3 and No. 5 exhaust valves. Adjust if necessary.

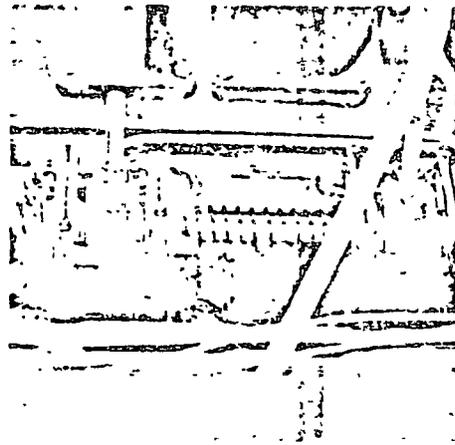
5. Turn flywheel 360° to close No. 6 exhaust and inlet valves.

6. Check lash for No. 3, No. 5 and No. 6 inlet valves. Adjust if necessary.

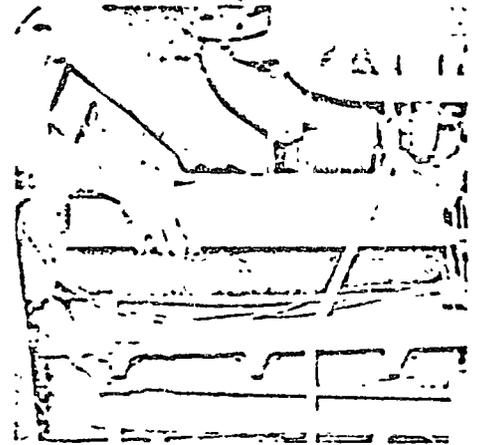
7. Check lash for No. 2, No. 4 and No. 6 exhaust valves. Adjust if necessary.



8. Check compression release push rod clearance. Correct clearance is .025 to .030 inch (0.65 to 0.75 mm). Adjust if necessary.

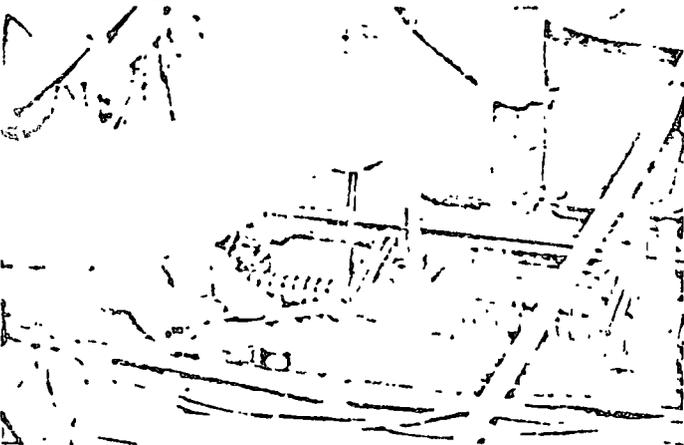


9. Start engine and operate at low idle. Check valve rotation. If valves do not rotate, see your Caterpillar dealer.



10. Install valve covers.

### Adjusting Valve Lash



Loosen locknut and turn adjusting screw to obtain correct adjustment. Tighten locknut and recheck adjustment.

### Adjusting Compression Release



Loosen locknut and turn end of push rod to obtain correct adjustment. Tighten locknut and recheck adjustment.

## REFILL CAPACITIES (Approximate)

COMPARTMENT OR SYSTEM	U.S. MEASURE	METRIC MEASURE	IMPERIAL MEASURE
Diesel engine crankcase	8.75 gal.	33 ltr.	7.25 gal.
Transmission, <sup>(1)</sup> bevel gear and steering clutch compartment	31 gal.	117 ltr.	25.75 gal.
Final drives (each)	9.50 gal.	36 ltr.	8 gal.
Starting engine crankcase	.75 gal.	3 ltr.	.60 gal.
Starting engine transmission	1.25 qt.	1.25 ltr.	1 qt.
Cable control gear case	1.50 gal.	5.75 ltr.	1.25 gal.
Hydraulic control (tank only)	24 gal.	91 ltr.	20 gal.
Cooling system	31 gal.	117 ltr.	25.75 gal.
Diesel fuel tank	134 gal.	507 ltr.	112 gal.
Starting engine fuel tank	1.25 gal.	4.75 ltr.	1 gal.
Winch oil sump <sup>(2)</sup>	16.5 gal.	62.4 ltr.	13.7 gal.

<sup>(1)</sup> Quantity of oil in transmission may be increased by 10% when operating on severe slopes.

<sup>(2)</sup> Use same type of oil as used in engine.

### CATERPILLAR BOLT TORQUE VALUES FOR GROUND ENGAGING TOOLS

PLOW BOLT SIZE	RECOMMENDED TORQUE*
5/8 in (16 mm)	195 ± 25 lb ft (27 ± 3.4 mkg)
3/4 in (19 mm)	350 ± 50 lb ft (48 ± 6.9 mkg)
7/8 in (22 mm)	565 ± 85 lb ft (78 ± 11.7 mkg)
1 in (25 mm)	900 ± 110 lb ft (124 ± 15 mkg)

\*These values are applicable only to Caterpillar plow bolts.

# FUELS AND LUBRICANTS

## Diesel Fuel

Use only distillate fuels (ASTM No. 1 or No. 2 Fuel Oil or No. 1D or No. 2D Diesel Fuel Oil) with a minimum cetane number of 35. Heavier oil is generally preferable because of its higher energy content. Contact your Caterpillar dealer regarding fuels marketed in your area.

## Lubricating Grease

Use Multipurpose-type Grease (MPGM) which contains 3-5% molybdenum disulfide conforming to MIL-M-7866, and a suitable corrosion inhibitor. NLGI No. 2 Grade is suitable for most temperatures. Use NLGI No. 1 or No. 0 Grade for extremely low temperatures.

## Engine Oils (EO)

CD - Use oils that meet Engine Service Classification CD or MIL-L-2104C.

CC - Use oils that meet Engine Service Classification CC, MIL-L-2104B or MIL-L-46152.

## Hydraulic Oil (HYDO)

Use EO or industrial-type hydraulic oils which are certified by the supplier as having anti-wear, anti-foam, anti-rust and anti-oxidation additive properties.

RECOMMENDED LUBRICANTS AT VARIOUS STARTING TEMPERATURES

COMPARTMENT OR SYSTEM	ABOVE 32°F (0°C)	32°F to 10°F (0°C to -12°C)	BELOW 10°F (-12°C) <sup>(1)</sup>
<b>CD</b>			
Diesel engine crankcase	SAE 30	SAE 10W <sup>(1)</sup>	SAE 10W <sup>(1)</sup>
Winch oil sump	SAE 30	SAE 10W <sup>(1)</sup>	SAE 10W <sup>(1)</sup>
Cable control gear case	SAE 30	SAE 30	SAE 10W
Transmission, bevel gear and steering clutch	SAE 30	SAE 30	SAE 10W
Track rollers and idlers	SAE 30	SAE 30	SAE 30
<b>HYDO</b>			
Hydraulic system	SAE 10W	SAE 10W	SAE 10W
<b>EO</b>			
Final drives	SAE 50 <sup>(2)</sup>	SAE 50 <sup>(2)</sup>	SAE 30
<b>CC</b>			
Starting engine crankcase	SAE 10W	SAE 10W	SAE 10W
Starting engine transmission	SAE 30	SAE 10W	SAE 10W

<sup>(1)</sup> SAE 10W oil may be used in the diesel engine even if daytime ambient temperature rises to 70°F (21°C). Below -10°F (-23°C) it may be necessary to warm the engine oil so the engine can be cranked and the oil will circulate freely.

<sup>(2)</sup> If SAE 50 is not available, consult your Caterpillar dealer.

<sup>(3)</sup> Below -10°F (-23°C) consult your oil supplier for special Arctic Lubricants.

### Key to Lubricants:

CD - Engine Service Classification CD, or MIL-L-2104C

CC - Engine Service Classification CC, MIL-L-2104B, or MIL-L-46152

EO - Engine Oil, CD, CC

HYDO - EO, or certified Industrial-type Hydraulic Oils

MPGM - Multipurpose-type Grease with 3 to 5% Molybdenum Disulfide

## General Service Recommendations

Fill fuel tank at the end of each day of operation to drive out moisture laden air and prevent condensation.

Check fuel level with dipstick in filler opening.

Me breathers should be washed in clean solvent and lightly oiled before reinstalling.

Use clean water that is low in scale forming minerals, not softened water.

Add Caterpillar Coolant System Inhibitor to coolant. Follow recommendation given on container.

Wipe all fittings, caps and plugs before servicing.

FORMATO DE BITACORA

Forma No.

1.- INDICE DE CONTENIDO DE BITACORA	
2.- FOLLETO	
3.- FACTURA (COPIA FOTOSTATICA)	
4.- PEDIMENTO ADUANAL (COPIA FOTOSTATICA)	
5.- ENVIO DE EQUIPO	M-5
6.- CONTROL DE CALIDAD (ENVIO)	M-7
7.- RECEPCION DE EQUIPO	M-6
8.- CONTROL DE CALIDAD (RECEPCION)	M-7
9.- REPORTE DEL ESTADO MECANICO DE EQUIPO MAYOR	M-4
10.- CONTRATO DE ARRENDAMIENTO (EQUIPO PROPIEDAD DE TERCEROS)	
11.- PROGRAMA DE REPARACIONES MAYORES	M-9
12.- SOLICITUD DE REPARACIONES MAYORES	M-10
13.- TABLA DE LUBRICACION	
14.- INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
15.- REPORTE DE MANTENIMIENTO DIARIO (10 HORAS)	M-19
16.- REPORTE DE MANTENIMIENTO (100 HORAS)	M-20
17.- REPORTE DE MANTENIMIENTO (500 HORAS)	M-21
18.- REPORTE DE MANTENIMIENTO (1000 HORAS)	M-22
19.- REPORTE DE CONSUMO MENSUAL DE LUBRICANTES	M-14
20.- REPORTE DE ANALISIS DE ACEITE	M-15
21.- REPORTE MENSUAL DE MEDICION DE TRANSITOS Y/O LLANTAS	M-13
22.- ORDENES DE TRABAJO	M-12
23.- LIQUIDACION DE REPARACION DE EQUIPO MAYOR	M-11
24.- CONTROL MENSUAL DE HORAS TRABAJADAS, TIEMPOS PERDIDOS Y REPARACIONES EFECTUADAS	M-16
25.- CONTROL GENERAL DE HORAS MAQUINA	M-17
26.- CONTROL GENERAL DE HOROMETROS Y SERVICIOS	M-18
27.- CONTROL DE CALIDAD ENVIO	M-7
28.- ENVIO DE EQUIPO	M-5
29.- RECEPCION DE EQUIPO	M-6
30.- CONTROL DE CALIDAD RECEPCION	M-7

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO  
=====

INSTRUCTIVO Y FORMAS DE CONTROL PARA  
LA BITACORA DE MANTENIMIENTO

- 1.- INDICE : Toda bitácora contendrá el índice de los reportes que se deben incluir.
- 2.- FOLLETO : El Departamento de Mantenimiento deberá anexar el folleto correspondiente a cada máquina, en el que se ilustran sus características y datos técnicos.
- 3.- FACTURA : Contendrá una copia fotostática para cualquier aclaración legal.
- 4.- PEDIMENTO ADUANAL : Se anexará acompañado de La factura.
- 5.- ENVIO : Todo equipo que sea trasladado de un lugar a otro deberá llevar su envío de maquinaria en donde se especifica la fecha, quien la envía, el lugar de envío, los datos generales de la máquina y sus componentes; también se relaciona la documentación e informes que se anexan.
- 6.- CONTROL DE CALIDAD ENVIO: Es el reporte en donde se especifica el estado que guardan los componentes del equipo, se anexa con el envío.
- 7.- RECEPCION : Cuando se recibe una máquina en obra, se debe levantar una recepción con las mismas características del envío. Se debe reportar de inmediato la recepción de un equipo al Departamento de Maquinaria.
- 8.- CONTROL DE CALIDAD RECEPCION : Especifica el estado general de la máquina al recibirse. Acompaña a la recepción.
- 9.- REPORTE DEL ESTADO MECANICO DE EQUIPO MAYOR : En este reporte se indican las partes recién reparadas, medidas, tolerancias y que condiciones guardan. Se anexa a envío y a control de calidad envío. Este reporte es opcional, se controlará internamente en obra.

10.- CONTRATO DE ARRENDAMIENTO : En caso de que la máquina sea rentada a terceros, se anexará el contrato de arrendamiento, para que la obra conozca las condiciones en que fué rentado el equipo y tomar las decisiones necesarias para el mantenimiento y operación.

11.- PROGRAMA DE REPARACIONES  
MAYORES :

El Departamento de Mantenimiento, formulará de acuerdo con el estado de la máquina y las horas trabajadas, un programa tentativo de reparaciones mayores sujeto al trabajo real en obra.

Si la máquina se entrega en obra o taller, debe llevar su programa con la fecha en que debe efectuarse dicha reparación.

El Departamento de Maquinaria (Mantenimiento), supervisaré los talleres y al personal mecánico con que cuenta la obra, para autorizar o designar a otros talleres dichas reparaciones para obtener garantías y tiempos de entrega.

12.- SOLICITUD DE REPARACIONES  
MAYORES :

Se llenará la solicitud estipulando el lugar donde se realizará la reparación, mencionando los datos generales de la máquina y la descripción completa de las reparaciones a efectuar; indicando las fechas probables de iniciación y terminación, así como el presupuesto correspondiente.

13.- TABLA DE LUBRICACION :

Nos indica con esquemas las partes que se deben lubricar y los periodos de tiempo para efectuar los mantenimientos adecuados.

14.- INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO  
PREVENTIVO :

Es la guía de mantenimiento preventivo, que se tiene que efectuar cada 10, 100, 500 y 1000 horas para la conservación general del equipo. Este instructivo se llevará de acuerdo a los puntos indicados para cada mantenimiento y de acuerdo con éste y el programa de utilización de equipo en obra, se formarán los stocks para mantenimiento preventivo.

15 al 18.- REPORTE DE MANTENIMIENTO :

Reportes de mantenimiento preventivo 10, 100, 500 y 1000 horas.

Se formaron de acuerdo al instructivo de manteni-

miento. Se levantarán físicamente al realizar el servicio establecido en cada punto indicado en el reporte. En caso de no realizar el servicio o de encontrar alguna anomalía en algún componente, se reporta en el reverso del reporte que se está levantando.

El reporte diario o de 10 horas, no se incrementará en la bitácora; el Ing. Mecánico de obra lo archivará esterioresmente para cualquier aclaración con el Departamento de Maquinaria. Los reportes de 100, 500 y 1000 horas, se incrementarán en la bitácora.

19.- REPORTE DE CONSUMO MENSUAL DE LUBRICANTES :

Se anexará a la bitácora mensualmente, para llevar los promedios mensuales y costos de consumos por máquina.

20.- REPORTE DE ANALISIS DE ACEITE :

Se anexará a la bitácora mensualmente el analisis del laboratorio de aceites, el cual servirá para detectar posibles desgastes normales prematuros, desprendimientos de metales interiormente lo que nos dará una solución inmediata para reparar los componentes mecánicos dañados.

21.- REPORTE MENSUAL DE TRANSPORTES Y/O LLANTAS :

Cuando se trate de tractores de carriles ó equipos sobre neumáticos; el Ing. Mecánico debe reportar mensualmente los desgastes habidos sobre estos componentes, en sus reportes correspondientes, para conocer el promedio de desgastes mensuales y en condiciones extremas, poder tomar las precauciones debidas.

22.- ORDENES DE TRABAJO :

En base al reporte diario de mantenimiento se formularán las órdenes de trabajo de mantenimiento preventivo, correctivo y reparaciones mayores. Este reporte lo controlará internamente obra.

23.- LIQUIDACION DE REPARACION DE EQUIPO MAYOR :

Una vez efectuado el mantenimiento preventivo, correctivo o reparaciones mayores, se concentrarán las órdenes de trabajo totales, en un informe de reparación, anexándose a la bitácora.

24.- CONTROL MENSUAL DE HORAS TRABAJADAS :

Este reporte se llenará en base a los reportes

diarios de mantenimiento (Forma M-16), teniéndose que enviar copia del concentrado, mensualmente.

25.- CONTROL GRAL DE HORAS  
MAQUINA :

En base al horómetro inicial, se principiará a -  
asentar los horómetros por mes y se llevara el -  
control de horas trabajadas acumuladas; en caso -  
de cambiar horómetros por desperfecto, asentar en  
observaciones la fecha en que se reinstaló el nuev  
vo y el lapso de tiempo que se trabaje sin horómet  
tro.

26.- CONTROL GRAL. DE HORO-  
METROS Y SERVICIOS :

Se irá asentando diariamente el horómetro y los -  
servicios de mantenimiento de 100, 500 y 1000 ho-  
ras efectuados.

27.- CONTROL DE CALIDAD ENVIO : Idem punto 6 de este instructivo.

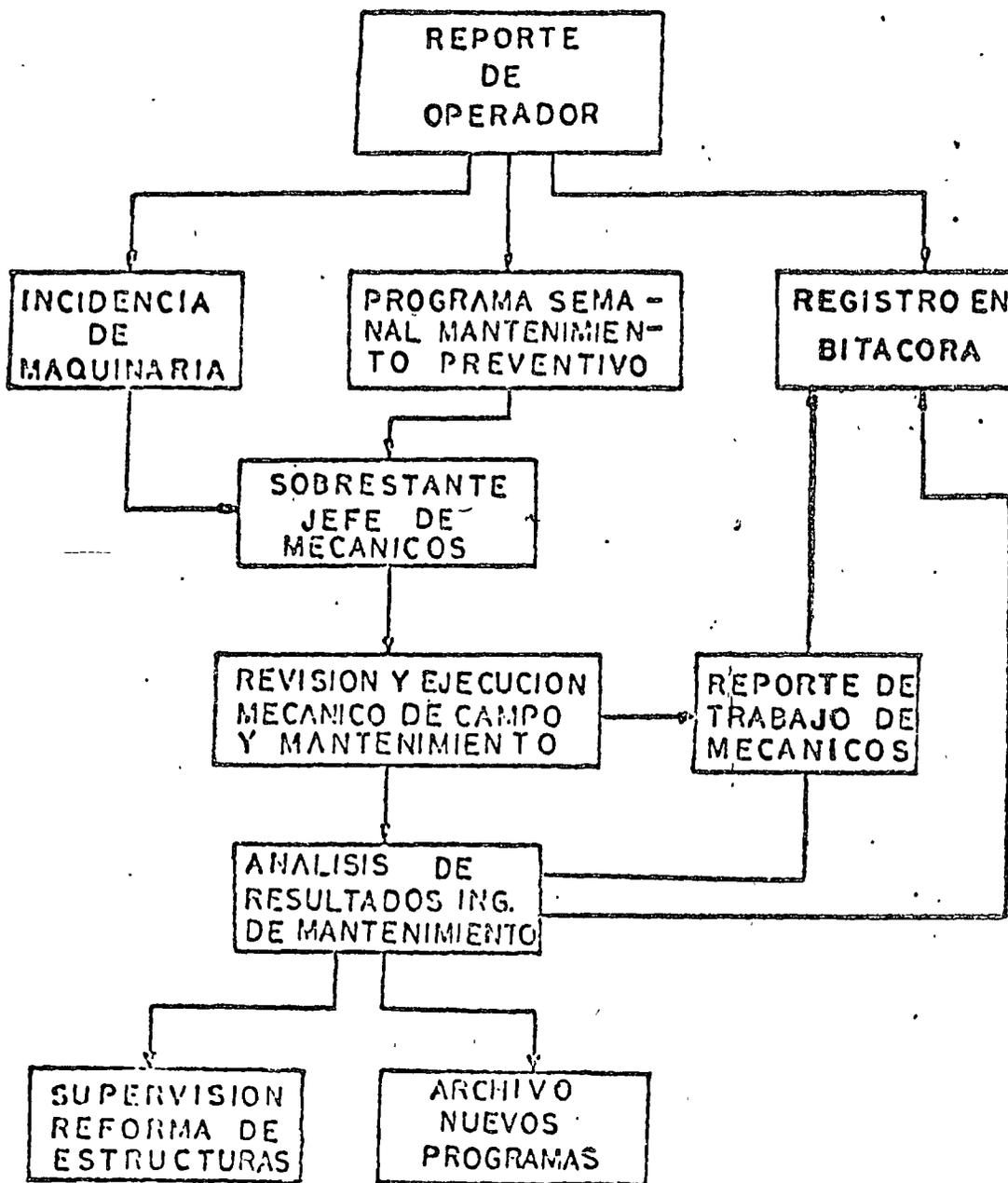
28.- ENVIO DE EQUIPO : Idem punto 5 de este instructivo.

29.- RECEPCION DE EQUIPO : Idem punto 7 de este instructivo.

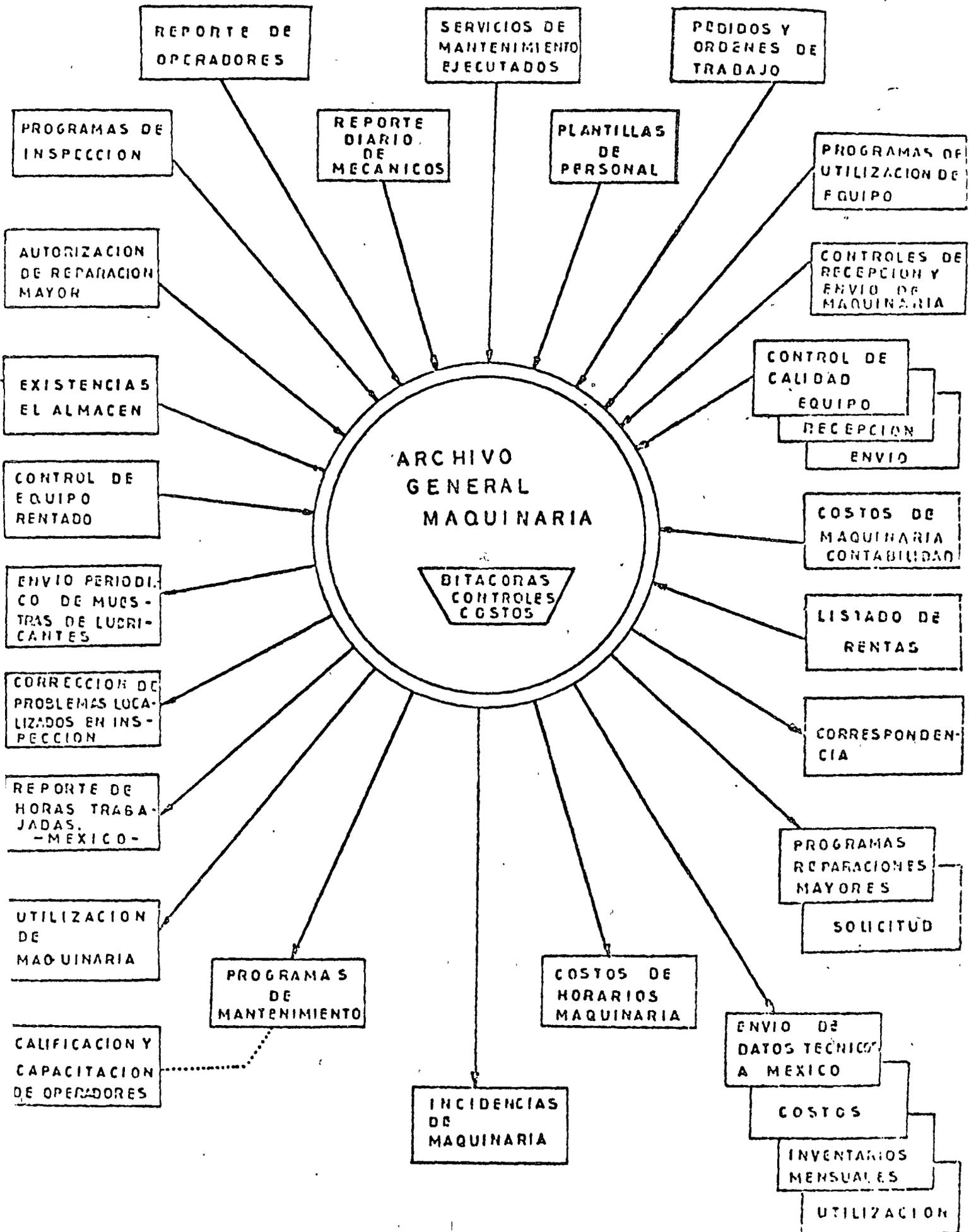
30.- CONTROL DE CALIDAD  
RECEPCION : Idem punto 8 de este instructivo.

# DIAGRAMA DE FLUJO

## REPORTE DE OPERADORES



# DIAGRAMA DE CONTROL DE MANTENIMIENTO









ICA OPERACION INTERNACIONAL

CONTROL DE ENVIO

Nº 0456

EMBARCADO EN: POR _____ FECHA _____ <small>nombre</small> <small>firma</small>	TRANSPORTISTAS: _____ _____ _____ _____ guía No.                      nombre                      firma                      fecha recibo	T M A ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( )	RECIBIDO EN: POR _____ FECHA _____ <small>nombre</small> <small>firma</small>
--	--	--	---

MAQUINA	MOTORES				ADITAMENTOS				
DESCRIPCION _____		1	2	3	4	DESCRIPCION	MARCA	MODELO	No. SERIE
MARCA _____	CLASE								
MODELO _____	MARCA								
No SERIE _____	MODELO								
CAPACIDAD _____	TIPO								
OBSERVACIONES	No. SERIE								
	CAPACIDAD								
	OBSERVACIONES				OBSERVACIONES				

<b>DOCUMENTOS ANEXOS</b>	1.-CATALOGO DE PARTES	SI	NO		
	2.-MANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO	( )	( )		
	3.-CONTROL DE CALIDAD	( )	( )		
	4.-LISTA DE EMPAQUE	( )	( )		
	5.-AVALUO DE LLANTAS (SI TIENE)	( )	( )		
	6.-BITACORAS DE MANTENIMIENTO	( )	( )		
	7.-LIBRETA DE HISTORIA DE LA MAQUINA	( )	( )		
	8.-PROGRAMA DE REPARACIONES DE PENDIENTES	( )	( )		
	9.-FACTURA COMERCIAL (O COPIA)	SI	NO		
	10.-FACTURA CONSULAR	( )	( )		
	11.-CONOCIMIENTO DE ENVIO	( )	( )		
	12.-PEDIMENTO ADUANAL	( )	( )		
	13.-CERTIFICADO DE ORIGEN	( )	( )		
	OTROS: _____				

MARCAR CON (X) 6,7y8 SOLO PARA CASO DE MAQUINARIA MAYOR 1,2,6,7y8 IRAN EN BULTO CERRADO CON INDICACION CONTENIDO	10,11,12,13 SOLO PARA CASO DE PASO DE UN PAIS A OTRO 1 y 2 PARA CASO DE MAQUINAS MENORES IGUALES BASTARA* CON UN EJEMPLAR.	T- TERRESTRE M- MARITIMO A- AEREO
--	--	---

MARCA : \_\_\_\_\_  
 REFERENCIA : \_\_\_\_\_

REPORTE MENSUAL DEL COMPORTAMIENTO  
 DEL EQUIPO MAYOR

MAQUINA : \_\_\_\_\_  
 N. ECONOMICO : \_\_\_\_\_ FECHA : \_\_\_\_\_  
 OROMETRO : \_\_\_\_\_

TIPO DE REPARACIONES EFECTUADAS		
.- MOTOR	_____	
.- TRANSMISION	_____	
.- CONVERTIDOR	_____	
.- MANDOS FINALES	_____	
.- EMBRAGUE DIRECCION Y FREIDS	_____	
.- SISTEMA HIDRAULICO	_____	
.- CONJUNTO CARGADOR	_____	
.- ACCESORIOS	_____	
.- CARBILES	_____	
.- SISTEMA ELECTRICO	_____	
.- OTROS	_____	
T O T A L :		

ING. MECANICO

SUPERINTENDENTE

M-4

**CONTROL DE RECEPCION DE  
MAQUINARIA Y EQUIPO**

FOLIO No 9003

DPTO. DE MAQUINARIA AV. TOLUCA No 373 COL. OLIVAR DE LOS PADRES MEXICO 20, D. F. TELEFONO: 550-04-00	<b>FECHA DE RECEPCION</b>		<b>EQUIPO PROPIEDAD DE:</b>		
			C O B A L	.	
	ENVIADA POR		RECIBIDA POR	No ECONOMICO	
				RENTA	
	<b>T I P O</b>	<b>M A R C A</b>	<b>M O D E L O</b>	<b>S E R I E</b>	
MAQUINA					
MOTOR					

<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	CATALOGO DE PARTES	No. _____	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	PERMISO DE CARGA GENERAL	No. _____
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	MANUAL DE OPERACION	No. _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PLACAS	No. _____
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	MANUAL DE MANTENIMIENTO	No. _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	COPIA CERTIF DE FACTURA	No. _____
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	BITACORA	No. _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	TARJETON DE CIRCULACION	No. _____
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	CONTROL DE CALIDAD	No. _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	TARJETON R F. A.	No. _____
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	AVALUO DE LLANTAS	No. _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PERMISO MOTOR DIESEL	No. _____
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	POLIZA DE SEGURO	No. _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	REVISTA	No. _____
		VIGENCIA DESDE _____	HASTA _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PEDIMENTO AOUANAL	No. _____
CONTROL DE ENVIO			No. _____				

ORIGINAL	DPTO DE MAQUINARIA	_____	ING MECANICO	ALMACEN	Va De
c c p	LUGAR DE RECEPCION	_____			
c c p	LUGAR DE ENVIO (ACUSE DE RECIBO)	_____			
c c p	OBRA (CONTROL O ARCHIVO)	_____			

24-6



CONTROL DE CALIDAD

FECHA \_\_\_\_\_ HOROMETRO \_\_\_\_\_ No ECO \_\_\_\_\_  
 MAQUINA \_\_\_\_\_ MARCA \_\_\_\_\_ MODELO \_\_\_\_\_ SERIE \_\_\_\_\_  
 MOTOR \_\_\_\_\_ MARCA \_\_\_\_\_ MODELO \_\_\_\_\_ SERIE \_\_\_\_\_  
 ENVIADO A \_\_\_\_\_ RECIBIDO DE \_\_\_\_\_

MOTOR	Salida	Entrada	SISTEMA HIDRAULICO	Salida	Entrada
1 - Carcasa de radiador			91 Bomba hidraulica		
2 Radiador			92 Grupo de valvulas		
3 - Mangueras y abrazaderas			93 Cilindros hidraulicos		
4 Entrador de aceite de motor			94 Mangueras y conexiones		
5 Ventilador			95 Tuberias		
6 Polea de ventilador			96 Elemento del filtro		
7 Polea de ventilador			97 Controlizamiento de la hoja		
8 Polea tensores			98 Caja de carretes del circuito		
9 Bomba de agua			99 Caja de control de la cremallera		
10 Tacómetro			100 Caja de mecanismos de dirección		
11 Bomba lebadora			101 Coje de transferencia		
2 Bombas de transferencia			102 Coje de controles de inclinación		
13 Bombas de inyección			103 Motor hidraulico de transición		
14 Inyectores o toberas			104 Motor hidraulico de rotación		
15 Filtros de combustible					
16 Tuberia de combustible			EQUIPOS		
17 Presurizantes			105 Hoja topadora (U) (R) (A)		
18 Bujes precalentadoras			106 Ripper (1) (3)		
19 Colector de polvo			107 Escarificador		
20 Filtros de aire			108 Cucharon		
21 Purificador			109 Hoja vertedora		
22 Indicador de presión de aire			110 Cuchillas		
23 Multiple de admision			111 Poca puntas de extremo		
24 Turbocargador			112 Puntas de extremo		
25 Abrazaderas			113 Zancos		
25 Multiple de escape			114 Cuchillos o dientes		
27 Tubo de escape y silenciador			115 Adaptadores		
28 Trampa de lluvia			116 Muelle		
29 Carter de motor			117 Muñones		
30 Carter Carter			118 Pernos		
31 Gobernador			119 Bujes		
32 - Respiradero de aceite de motor			120 Seguros		
33 Bayoneta			121 Cilindros hidraulicos		
34 Elemento del filtro			122 Brazos de inclinación		
35 Varillaje			123 Yugo		
36 Tapa de baterias			124 Circulo		
37 Horometro			125 Soportes		
			126 Ubicador del cucharón		
TRANSMISION			127 Brazos		
38 Clutch			128 Rodajes		
39 Junta universal			129 Pluma		
40 Convertidor de torsión			130 Extensiones		
41 Servo transmisión			131 Cilindros hidraulicos		
42 Caja de velocidades			132 Pernos		
43 Filtro magnetico			133 Bujes		
44 Elemento del filtro de aceite			134 Seguros		
45 Bayoneta			135 Cables		
46 - Respiradero			a) - De volante		
47 Corona y embragues de dirección			b) De arrastre		
48 Elemento del filtro de aceite					
49 Bayoneta			NIVELES Y TAPONES		
50 Respiradero			136 Combustible		
51 Clutch laterales			137 Aceite motor		
52 Mandos finales			138 Aceite transmisión		
53 Elemento del filtro			139 Aceite hidraulico		
54 Bayoneta			140 Aceite corona y embragues		
55 Respiradero			141 Aceite mandos finales		
56 Tandem			142 Agua		
57 Bayoneta					
58 Diferencial			FRENOS		
59 Entrador de aceite de transmisión			143 De mano		
			144 De pie		
TRANSITOS			145 De aire		
60 Ruedas dentadas (catarinas)					
61 Ruedas guías			CARROCERIA		
62 Rodillos superiores			146 Asiento		
63 Rodillos inferiores			147 Volante		
64 Pernos			148 Perillas y palancas		
65 Bujes			149 Puñales		
66 Cadenas			150 Casete		
67 Zapatas			151 Cristales		
68 Resorte tensor			152 Puertas		
69 Tensores hidraulicos			153 Tanques de combustible y colador		
70 Bastidor			154 Tanque de hidraulico y colador		
71 Llantas			155 Travesaños		
72 Rines			156 Barra compensadora		
73 Tornillos (meriposas)			157 Flujalabios		
			158 Pinturas		
SISTEMA ELECTRICO			159 Estructuras		
74 - Motor de arranque (gas)			160 Tolvas motor		
75 Marcha			161 Tolva pino		
76 Generador o alternador			162 Tolva track		
77 Regulador de voltaje			163 Tolvas baterias		
78 Switch general			164 Tolvas y cubiertas en general		
79 Switch de arranque					
80 Switch de luces			VARIOS		
81 Interruptor de corriente			165 Soldadura		
82 Baterias			166 Tornilleria		
83 Terminales y cables			167 Partes apisonadoras		
84 Lint paros y calaveras			168 Cuchillas de barras limpiadoras		
85 Caja de fusibles			169 Barra limpiadoras		
86 Instalacion electrica			170 Grasas		
			171 - Partilla		
TABLERO DE INSTRUMENTOS			172 Barra de tiro		
87 Ampermetro			173 Estructuras		
88 Indicador de temperatura			174		
a) Agua de motor			175		
b) Aceite de motor			176		
c) Aceite de transmisión			177		
89 Manómetros			178		
a) Aceite de motor			179		
b) Aceite de transmisión			180		
c) Combustible			181		
d) Aceite hidraulico			182		
e) Agua de radiador			183		
f) Aire			184		
90 Tacometro			185		

BUEN ESTADO     MAL ESTADO     FALTANTES     NO LO UTILIZA     REVERSO

19-7



**ICA OPERACION INTERNACIONAL**  
**PROGRAMA DE REPARACION DE EQUIPO MAYOR**

Obra \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_

No. Econ.	Máquina	Hrs. Trab. en Obra	Hrs. Acum.	Hrs. Mens. Prom.	Mes probable de reparación												Observaciones	

Ing. Mecánico \_\_\_\_\_

Superintendente \_\_\_\_\_



M-11

OBRA \_\_\_\_\_  
GERENCIA \_\_\_\_\_

LIQUIDACION DE REPARACION DE EQUIPO MAYOR

FECHA: \_\_\_\_\_  
HOJA: \_\_\_\_\_ DE \_\_\_\_\_

NUMERO ECONOMICO	MAQUINA	LECTURA HOROMETRO	FECHAS DE			IMPORTE		HORAS EMPLEADAS EN REPARACION	OBSERVACIONES
			SOLICITUD	INICIACION	TERMINACION	AUTORIZADO	TOTAL DE REP		

DESCRIPCION DEL TRABAJO EFECTUADO \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

FORMULO

DESGLOSE DEL CARGO:

REFACCIONES \_\_\_\_\_  
 MATERIALES \_\_\_\_\_  
 MANO DE OBRA \_\_\_\_\_  
 INDIRECTOS \_\_\_\_\_  
 IMPORTE TOTAL \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
ING. MECANICO

AUTORIZO

\_\_\_\_\_  
DPTO DE MAQUINARIA

ORIGINAL: DPTO DE MAQUINARIA  
C C P. BITACORA (DPTO DE MAQUINARIA)  
C C P. BITACORA (OBRA)  
C C P. ARCHIVO (OBRA)

**-ORME DE INSPECCION DEL TRANSITO**

Obra \_\_\_\_\_ Proyecto \_\_\_\_\_

Maquina \_\_\_\_\_ Marca \_\_\_\_\_ No Eco \_\_\_\_\_

Modelo \_\_\_\_\_ N/S: \_\_\_\_\_ Equipo No \_\_\_\_\_ Lect Hor \_\_\_\_\_

Accesorios \_\_\_\_\_

Aplicacion \_\_\_\_\_ Tipo de Material \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_ Informe hecho por \_\_\_\_\_

	Medidas		Observaciones	
	Izq	Der		
Paso				
Desg Ext Buje				
Eslabones				No Pieza Secciones
Zapatas				Ancho Tipo
Ruedas Tensores				
Rodillos Super.				
Rodillos Infer	Frontal			
	2			
	3			Catarinas
	4			Guardas
	5			Alineacion
	6			Dist Ceja Rod a Refuerzo Eslabon
	7			Otras

Observaciones

	Paso	Diám Ext. de Bujes	Alt de Eslabones	Rodillos Infer	Alt de las Garras	Pestaña Rueda Ten	Rodillos Super.
Dimen Orig							
Dimen Actual							
Desg Habido							
D Permissible							
% de Desg							
Total Hrs Est							
Horas de Uso							
Horas Restantes							

Empleo de la Maquina Horas/Día \_\_\_\_\_ Dias/Semana \_\_\_\_\_ Horas/Semana \_\_\_\_\_

Pieza Critica \_\_\_\_\_ Horas Restantes Estim \_\_\_\_\_ Fecha Estim de Serv \_\_\_\_\_

24-13







CONSUMO MENSUAL DE LUBRICANTES

M-14

MAQUINA \_\_\_\_\_

No. ECO. \_\_\_\_\_

MES \_\_\_\_\_

HORAS TRABAJADAS \_\_\_\_\_

AÑO \_\_\_\_\_

DIA	ACEITE MOTOR	ACEITE TRANSM.	ACEITE SISTEMA HID.	ACEITE MANDOS FIN.	ACEITE DIFERENCIAL PLANETA	GRASA	D I E S E L
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
TOTAL							
COSTO							
PROM.							

M-14

## C O N T R O L   M E N S U A L

No Eco \_\_\_\_\_  
 MES \_\_\_\_\_  
 AÑO \_\_\_\_\_  
 OBRA \_\_\_\_\_

HOROMETRO FINAL \_\_\_\_\_  
 HOROMETRO INICIAL \_\_\_\_\_  
 TOTAL DE HORAS \_\_\_\_\_

DIA	HORAS TRABAJADAS TURNOS			TIEMPOS PERDIDOS		O B S E R V A C I O N E S
	2	3	TOTAL	OCIOSO	REPARACION	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						

CONTROL GENERAL DE HORAS

AÑO \_\_\_\_\_

MAQUINA \_\_\_\_\_

MARCA \_\_\_\_\_

MODELO \_\_\_\_\_

SERIE \_\_\_\_\_

MOTOR \_\_\_\_\_

MARCA \_\_\_\_\_

MODELO \_\_\_\_\_

SERIE \_\_\_\_\_

M-17

O B R A	M E S	HOROMETRO INICIAL	HOROMETRO FINAL	EN EL MES	ACUMULADO EN OBRA	TOTAL ACUMULADO	O B S E R V A C I O N E S
	ENERO						
	FEBRERO						
	MARZO						
	ABRIL						
	MAYO						
	JUNIO						
	JULIO						
	AGOSTO						
	SEPT.						
	OCTUBRE						
	NOV.						
	DIC.						



# MANTENIMIENTO PREVENTIVO



NUMERO ECONOMICO:

CARACTERISTICAS	MAQUINA	MOTOR	A D I T A M E N T O S
CLASE			
MARCA			
MODELO			
TIPO			
SERIE			
CAPACIDAD			
VELOCIDAD R P M.			
DIMENSIONES:	LARGO _____ ANCHO _____ ALTO: _____ MTS.		

**PESO DE LA UNIDAD COMPLETA EN KGS.:** \_\_\_\_\_

**DEPTO. DE MANTENIMIENTO GENERAL**





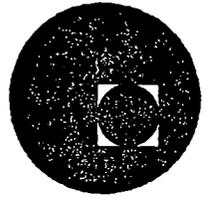




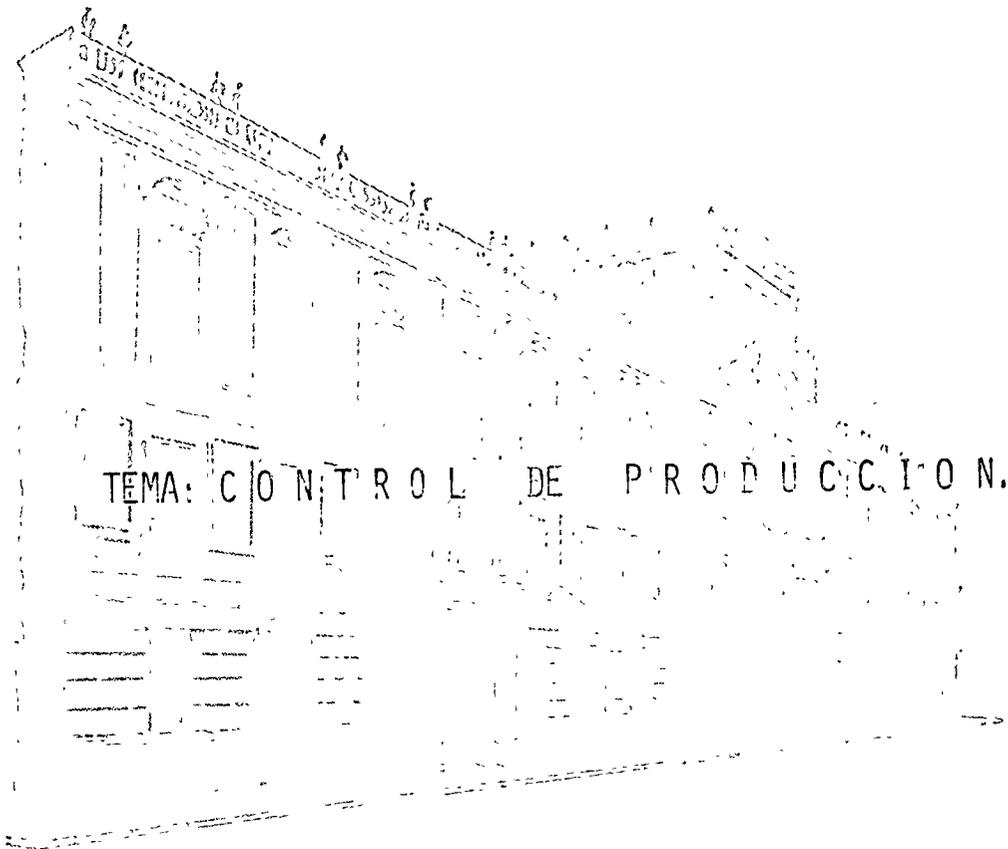




centro de educación continua  
división de estudios superiores  
facultad de ingeniería, unam



PROGRAMACION Y CONTROL DE OBRAS  
EN COLABORACION CON LA UNIVERSIDAD DE CHIHUAHUA.



ING. GABINO GRACIA CAMPILLO.  
AGOSTO DE 1977.

## CONTROL DE PRODUCCION

Planeación.- Es el método por el cual el Gerente de Construcción ve hacia el futuro y descubre las diferentes alternativas para realizar un proceso constructivo. La función de planeación ha recibido una mayor atención a medida que las empresas crecen y las teorías administrativas se desarrollan.

No podemos hablar de planeación si no establecemos en forma consciente y explícita los objetivos finales que queremos alcanzar.

Los planes a altos niveles de una empresa pueden ser generales y amplios o pueden ser detallados "día a día". El método de planeación puede empezar con un vago presentimiento o un elemento de intuición con el cual el ingeniero o grupo de ingenieros tropiezan. Al planear una obra, cada trabajador no necesita entender los detalles de todos los planos relativos a la construcción, pero debe comprender que su trabajo encaja en forma precisa en el desarrollo general de la misma.

La planeación no sólo incluye el predeterminar el proceso de una acción referente a una actividad, sino que incluye el buscar los posibles problemas que puedan presentarse. La posibilidad y estadística es una técnica muy valiosa que nos permite manejar incertidumbres.

El programa de una obra, es anunciar por escrito el proceso constructivo en forma cronológica las actividades que se piensan realizar en un proyecto. Para programar una obra se requiere:

- 1.- Conocer el proyecto
- 2.- Conocer donde se va a realizar
- 3.- Analizar como se va a ejecutar
- 4.- Analizar cuando se va hacer
- 5.- Analizar con que recursos se va hacer

#### Recursos.-

Son aquellos elementos indispensables para la posible y correcta realización de una actividad. Para una construcción se requiere contar con los siguientes recursos:

- a- Materiales
- b- Mano de obra
- c- Equipo
- d- Personal técnico
- e- Financiamiento

Existen dos diferentes niveles de programación en una obra, la programación general y la programación de obra.

Programación General.- Se recomienda que la realicen los proyectistas conjuntamente con el contratista de la misma, para determinar los sistemas constructivos más convenientes, disponibilidad de materiales, disponibilidad de recursos; así como, la duración aproximada de la construcción y determinación de planos completos o detalles necesarios de la obra. Esta programación pocas veces se realiza, viendose afectada la mayoría de las veces la construcción en tiempo y costo.

## Programación de Obra.

Esta programación es la que normalmente se conoce y la realiza el constructor, tomando en cuenta a las personas que serán las responsables de la ejecución de la obra para que conozcan el proyecto y sepan como, cuando y con que recursos lo tendrán que realizar.

Los métodos más comunes para programar obras son:

I Sistema de barras

II Sistema C.P.M. (Ruta crítica)

El mejor sistema será aquel que nos brinde mayor información y facilite la interpretación permitiendo hacer la corrección de las desviaciones.

Los programas deben ser realistas alimentando nuestra programación con datos veraces, para que los resultados no sean erróneos siendo recomendable revisar mensualmente el avance.

Se ha mencionado hasta aquí el concepto de planeación de la producción que a veces se confunde con el control de la producción. Puede si acaso, establecerse la distinción de que planeamiento se refiere a dictar los requisitos, lo que se quiere hacer, mientras control se refiere a velar porque así se haga, o sea el control revisa el pasado, la combinación de las dos funciones administrativas, juntas, sirven de perspectivas para la persona que toma decisiones en el presente. Ambas han sido objeto de una investigación considerable y han desarrollado teorías separadas.

Existen en la actualidad muchos libros referentes al control de la producción, enfocados principalmente a la industria manufacturera. Sin embargo los conceptos de control pueden ampliarse hasta abarcar proyectos para carreteras, presas y construcciones de edificios. Los métodos usados para diseñar sistemas de control son idénticos y muchos de los procedimientos aplicados a la toma de decisiones son intercambiables.

El objetivo del control de producción, en la forma más amplia, es planear las corrientes de materiales que llegan a la fábrica, pasan por ella y salen de la misma, regulandola de tal manera que se alcance la posición óptima en cuanto a beneficios, dentro del marco de las metas que la empresa se ha fijado. Para una construcción se puede definir el objetivo del control, como:

"El establecimiento de sistemas que permitan planear el flujo de los materiales que llegan a la obra, hasta su correcta colocación detectando errores, causas y sus soluciones oportunamente para obtener el mayor beneficio"

Un tipo de sistema para el control de la producción no bastaría para contemplar todos los diferentes productos elaborados. El sistema de control de una planta de ensamble de automóviles es completamente diferente del que necesita una compañía constructora. La clase de sistema empleado para el control depende de la producción, por lo cual es importante conocer las diferencias que existen.

## Comparación de la producción

Empresa Constructora  
obras en diferentes lugares  
(trabajos variados)

Empresa Automotriz  
Planta de ensambles  
(Producción de serie)

- 
- |   |   |
|---|---|
| 1.- Máquinas diferentes, con <u>su</u> pervisiones diferentes   | 1.- Máquinas dispuestas según el orden de las operaciones necesarias para hacer un producto.  |
| 2.- Los ciclos de fabricación son largos  | 2.- Los ciclos de fabricación son cortos y las fechas de entrega tempranas  |
| 3.- Las cargas de trabajo están desequilibradas y las máquinas pueden pasar días enteros inactivas  | 3.- Las cargas de trabajo <u>tien</u> den a equilibrarse más y se hace cuanto es posible para que las máquinas funcionen todo el tiempo |
| 4.- Los operarios de las máquinas, no siempre son muy expertos  | 4.- Los mecánicos son muy expertos, pero solo en una clase de operación   |
| 5.- En ocasiones el espacio es reducido para tener depósitos satisfactorios de materia prima, además de la diversidad de materiales         | 5.- Puede haber grandes depósitos de materias primas por las cantidades de material consumido. Lo ideal                                 |
| 6.- Debido a lo largo del ciclo de fabricación y son diferentes conceptos, las existencias de materiales en <u>el</u> aboración son grandes | 6.- Las existencias de material en elaboración son generalmente pequeñas en comparación con las grandes cantidades producidas           |
| 7.- Los costos del manejo de materiales es mayor  |   |

- 8.- La falta de espacios impiden en ocasiones buenos accesos
- 9.- El control de la producción tiende a ser más complejo porque hay muchos trabajos a la vez, lo cual implica muchas instrucciones, chequeadores de tiempo, de maquinaria, etc para cumplir los programas
10. El rendimiento de trabajo en obras es más flexible que el de la producción en serie
- 7.- El fin del trabajo en línea es reducir los costos del manejo de materiales.
- 8.- El espacio puede utilizarse con más eficiencia.
- 9.- El control de la producción no será muy complejo porque lo que interesa principalmente es el suministro de materiales a las líneas de trabajo
- 10.- Los costos unitarios de la línea de producción serán más bajos si la producción se mantiene cerca del nivel óptimo.
- 

Para ser posible el control de la producción se requiere implantar sistemas de control en bloque. Como es en función del tiempo el avance diario, semanal o mensual, o bien por unidad como el M<sup>3</sup> de concreto colado, toneladas de acero habilitadas, etc. que nos permiten conocer resultados medibles en un periodo de tiempo determinado.

Es difícil enumerar los objetivos del control de la producción o avance porque en las diferentes empresas constructoras se combinan diferentes actividades. Las diferencias se deben a la tradición, a las variaciones de los contratos y mercados y a otras muchas razones.

nes.

El fin del control de la producción es coordinar las diferentes obras, instalaciones de las oficinas centrales, y otros medios de producción y de ahí que haya muchos puntos de contacto y comunicación con otros departamentos. Todos tienen un interés común en que la obra se haga de acuerdo con el programa establecido y a costo óptimo, pero en lo que a veces no hay acuerdo es en los métodos para alcanzarlo.

La Gerencia de Promoción y Desarrollo, tiene interés en promover nuevas obras, pero sólo puede conseguirse si el cliente está satisfecho, y lo normal es que esté si la ejecución de la obra encomendada cumple con las especificaciones y normas de calidad señaladas, a costo razonable y de acuerdo con la fecha convenida. En general suele ser la fecha de entrega el punto de fricción entre el control de la producción y la Gerencia de Promoción. Para éste, la fecha convenida es más importante que el quedar dentro del presupuesto, porque un antecedente de poca formalidad en la entrega puede producir en las relaciones con el cliente un daño irreparable.

El Departamento de compras necesita que las solicitudes sean entregadas antes del tiempo en que se vaya a necesitar el material.

También le conviene fincar pedidos por el total de material necesario para las obras en el año, con el propósito de abaratar los precios de adquisición y garantizar las entregas.

El Departamento de control de calidad se preocupa porque el producto elaborado satisfaga las normas sin tomar en cuenta los pro

gramas de obras. Esto a veces provoca un conflicto declarado, pero lo más frecuente es que todos los departamentos concilien sus intereses comunes y trabajen en armonía.

En las empresas constructoras la Gerencia de Construcción tiene contacto con todas las demás Gerencias y departamentos y su personal como son los superintendentes Generales, Superintendentes de frente, Residentes, etc. están en contacto directo con otras personas dentro y fuera de la obra y de la empresa. Por eso se comprende que las Relaciones Industriales juegan un papel primordial.

Una compañía que lucha con pocas dificultades llega a alcanzar un estado de "equilibrio" en que cada persona sabe lo que se espera de ella. El personal se acostumbra al ambiente que reina en la empresa y sabe como reaccionarán sus compañeros de trabajo en determinadas ocasiones. Esto es muy difícil de lograr en las empresas de la industria de la construcción en México, debido a que las variaciones de otorgamiento de contratos es muy inconsistente provocando altibajas cualmente lo que motiva a organizar a las empresas del ramo de la construcción para adaptarse al cambio, reduciendo el personal cuando las obras se acaban e incrementandolo cuando existe mucha construcción. Sin embargo, estos aspectos no deben ser causa de que el personal que labora se identifique con la política general de la empresa, para su propio desarrollo.

Para el correcto desarrollo de un proceso constructivo, se enlazan varias funciones relacionadas con la producción, que en una obra son coordinadas por el Superintendente General, estas fun-

ciones son:

I.- Función de Fabricación

- 1.- Función de recepción y Almacenamiento
- 2.- Función de producción
- 3.- Función de estimación

1.- La función de recepción y almacenamiento asume la responsabilidad de aceptar los materiales que entrega el transportista, y almacenarlos adecuadamente hasta su uso. También asume la responsabilidad de determinar si se ha recibido la cantidad adecuada de materiales, aunque por lo general, no tiene responsabilidad alguna de la calidad del material recibido.

2.- La función de producción, asume la responsabilidad de transformar la materia prima en un producto acabado, aceptable y económico.

3.- La función de estimación asume la responsabilidad de cuantificar la obra ejecutada para la elaboración de la estimación documentación de apoyo para el cobro.

Por lo tanto, puede decirse que las funciones de fabricación tienen la responsabilidad del manejo y la transformación física de los materiales hasta lograr el producto terminado.

II.- Funciones de Control

En este grupo de funciones debemos incluir a aquellas que se ocupan de controlar la producción, los costos y la calidad. Las funciones incluidas son:

- 1.- Control de producción.
- 2.- Control de calidad.
- 3.- Control de costos
- 4.- Control de procedimientos
- 5.- Inspección

- 1.- La función de control de producción tiene la responsabilidad de establecer pronósticos, planes de producción, programas de producción, asignación de labores, niveles de existencia en base a la retroalimentación
- 2.- La función de control de calidad es responsable de establecer y mantener el necesario control de calidad de: materiales adquiridos, materiales en proceso de elaboración, y acabados. Es responsable, además, del examen del producto acabado, para ver si se ajusta a las especificaciones y también a la calidad.
- 3.- La función de control de costos habrá de ser responsable de determinar y dar cuenta del costo de la obra terminada y de compararlo con las cantidades asignadas en los presupuestos.
- 4.- La función del control de procedimientos establece procedimientos tipo dentro de la empresa. También establece y coordina todos los impresos y formularios que habrá de utilizarse.
- 5.- La función de Inspección cuida de examinar los materiales en curso de fabricación como es el concreto, soldaduras, etc. y los productos terminados, Compactiones, concretos, etc. Los resultados de estos exámenes se comunican a los departamentos relaciona-

dos para su determinación.

### III Funciones de Sostenimiento.

En este grupo de funciones habremos de incluir las que sostienen las actividades de las funciones mencionadas con anterioridad. Las funciones excluidas son:

1.- Abastacimient o compras

2.- Promociones

3.- Conservación y mantenimiento de equipo

4.- Personal

1.- La función de abastecimiento o compras consiste en adquirir los materiales y equipo necesarios, de la calidad adecuada y al precio más favorable asegurando su entrega en la fecha establecida. Esta función llevará un control de todos los proveedores, para fijar políticas de compra para el futuro.

2.- La función de promoción es responsable de conseguir los contratos y concursos necesarios manteniendo el nivel de producción fijado en los objetivos, y de conservar las buenas relaciones con el cliente después de terminado el trabajo encomendado.

3.- La función de conservación y mantenimiento del equipo, es responsable del buen funcionamiento del mismo para garantizar el activo fijo de la empresa, la conciliación de costos de producción y mantenimiento, y tener en disponibilidad el equipo para operar el número de horas previsto en su vida útil.

4.- La función del personal es responsable en contratar y adiestrar a los empleados y de poner fin a sus relaciones con la empresa. Debe velar para que se disponga de trabajadores de las especialidades necesarias en el número, lugar y momento que se necesiten y hagan falta.

Es sabido que estas funciones no cubren la totalidad que requieren las empresas constructoras, además los nombres o títulos que se le asignan pueden ser diferentes y difieren además las labores. Sin embargo, son algunas de las funciones más importantes y se hace necesario examinarlas al estudiar el control de producción.

Hemos mencionado las diferentes funciones de las empresas constructoras necesarias para realizar adecuadamente un proceso constructivo, debiendo hacer mención a continuación de los "Documentos" necesarios para el control de la producción. También, al igual que las funciones se mencionan únicamente los más importantes.

#### DOCUMENTOS.

Los documentos de que nos ocuparemos son:

- 1.- Pronóstico de promociones: Un cálculo estimativo del volumen de venta en base a la retroalimentación de años anteriores, para fijar metas concretas para algún período futuro de tiempo.
- 2.- Programa de producción: Un plan de corto, mediano y largo plazo para crear los objetivos de la empresa en cuanto a la creación de activos, nuevas empresas filiales o formación de grupo de empresas.

2. Programa de producción: Un plan de corto, mediano y largo plazo para crear los objetivos de la empresa en cuanto a la creación de activos, nuevas empresas filiales o formación de grupo de empresas.
3. Plan de producción: por lo general un plan dividido en trabajos específicos, que habrá de regular la producción durante un período intermedio de tiempo. Este plan se suele revisar a intervalos periódicos para corregir desviaciones de pronósticos o incapacidades de atender la obra prevista.
4. Calendario de obras: Es una prolongación del plan de producción, tendiente a controlar la producción de cada obra durante su proceso constructivo. Por lo general en tiempos cortos y se emplean los diagramas de barras, ruta crítica etc.
5. Contratos: autoriza a la gerencia de construcción a realizar la obra encomendada indicando lo que ha de realizarse, el lugar y tiempo señalado, cumpliendo con las especificaciones estipuladas.
6. Terminación de obra: Informe de finiquito de los trabajos en que se da cuenta de haber dado cumplimiento al contrato encomendado no quedando obra, pagos y cobros pendientes.
7. Inventario de existencias: Un registro del recuento de partidas de materiales, refacciones, herramienta, equipo, etc. que se tienen en existencia. Las existencias pueden ser artículos almacenados o artículos en proceso de colocación.

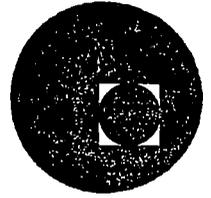
8. Planos y croquis: definen totalmente los trabajos a realizar con dimensionamiento y anotaciones necesarias para la correcta realización de la obra.
9. Especificaciones: definen la calidad del producto y bajo que condiciones debe funcionar. Puede describir las pruebas que habrán de utilizarse para la aceptabilidad o el rechazo.
10. Descripción de procesos constructivos: define el proceso detallado que debe seguirse en determinados casos para la correcta construcción de la obra, como son los casos de algunas cimentaciones, montajes, etc.
11. Presupuestos: es un cálculo estimativo de costos que habrá de emplearse en la construcción de la obra de acuerdo a un programa preestablecido. Puede ser parte de la información presentada para concursos, o asignación directa de obra.
12. Rendimientos: relación de tiempos obtenidos por experiencias propias o ajenas del personal para la realización de un trabajo en condiciones normales.
13. Solicitud de compra: La petición que la gerencia de construcción hace al Departamento de compras para que le proporcione determinados materiales o equipo de acuerdo con

un plan dado.

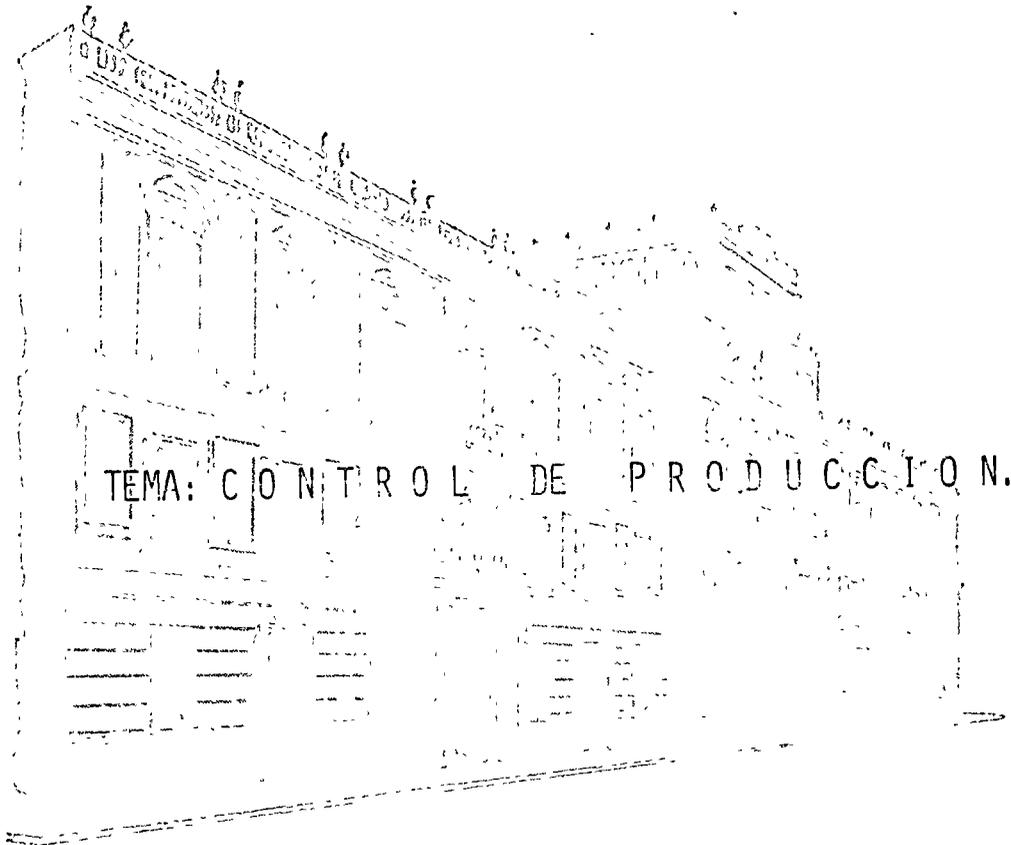
14. Orden de compras: contrato con el proveedor para que proporcione el artículo o artículos en él especificador a un precio determinado y dentro de un plazo de entrega fijada.
15. Informe de recepción: el reconocimiento oficial de haber recibido materiales o equipo de acuerdo con la descripción y en la cantidad estipulada en el pedido de compra. No reconoce la aceptabilidad de la calidad del material.
16. Informe de laboratorio: Contiene el resultado de las pruebas realizadas a los materiales durante el proceso.
17. Recepción de obra: documento que expresa la terminación de los trabajos de acuerdo a las especificaciones, quedando pendiente una garantía por vicios ocultos en la construcción.



centro de educación continua  
división de estudios superiores  
facultad de ingeniería, unam



PROGRAMACION Y CONTROL DE OBRAS  
EN COLABORACION CON LA UNIVERSIDAD DE CHIHUAHUA.



ING. GABINO GRACIA CAMPILLO,  
AGOSTO DE 1977.

## CONTROL DE PRODUCCION

Planeación.- Es el método por el cual el Gerente de Construcción ve hacia el futuro y descubre las diferentes alternativas para realizar un proceso constructivo. La función de planeación ha recibido una mayor atención a medida que las empresas crecen y las teorías administrativas se desarrollan.

No podemos hablar de planeación si no establecemos en forma consciente y explícita los objetivos finales que queremos alcanzar.

Los planes a altos niveles de una empresa pueden ser generales y amplios o pueden ser detallados "día a día". El método de planeación puede empezar con un vago presentimiento o un elemento de intuición con el cual el ingeniero o grupo de ingenieros tropiezan. Al planear una obra, cada trabajador no necesita entender los detalles de todos los planos relativos a la construcción, pero debe comprender que su trabajo encaja en forma precisa en el desarrollo general de la misma.

La planeación no sólo incluye el predeterminar el proceso de una acción referente a una actividad, sino que incluye el buscar los posibles problemas que puedan presentarse. La posibilidad y estadística es una técnica muy valiosa que nos permite manejar incertidumbres.

El programa de una obra, es anunciar por escrito el proceso constructivo en forma cronológica las actividades que se piensan realizar en un proyecto. Para programar una obra se requiere:

- 1.- Conocer el proyecto
- 2.- Conocer donde se va a realizar
- 3.- Analizar como se va a ejecutar
- 4.- Analizar cuando se va hacer
- 5.- Analizar con que recursos se va hacer

#### Recursos.-

Son aquellos elementos indispensables para la posible y correcta realización de una actividad. Para una construcción se requiere contar con los siguientes recursos:

- a- Materiales
- b- Mano de obra
- c- Equipo
- d- Personal técnico
- e- Financiamiento

Existen dos diferentes niveles de programación en una obra, la programación general y la programación de obra.

Programación General.- Se recomienda que la realicen los proyectistas conjuntamente con el contratista de la misma, para determinar los sistemas constructivos más convenientes, disponibilidad de materiales, disponibilidad de recursos; así como, la duración aproximada de la construcción y determinación de planos completos o detalles necesarios de la obra. Esta programación pocas veces se realiza, viendose afectada la mayoría de las veces la construcción en tiempo y costo.

## Programación de Obra...

Esta programación es la que normalmente se conoce y la realiza el constructor, tomando en cuenta a las personas que serán las responsables de la ejecución de la obra para que conozcan el proyecto y sepan como, cuando y con que recursos lo tendrán que realizar.

Los métodos más comunes para programar obras son:

I Sistema de barras

II Sistema C.P.M. (Ruta crítica)

El mejor sistema será aquel que nos brinde mayor información y facilite la interpretación permitiendo hacer la corrección de las desviaciones.

Los programas deben ser realistas alimentando nuestra programación con datos veraces, para que los resultados no sean erróneos siendo recomendable revisar mensualmente el avance.

Se ha mencionado hasta aquí el concepto de planeación de la producción que a veces se confunde con el control de la producción. Puede si acaso, establecerse la distinción de que planeamiento se refiere a dictar los requisitos, lo que se quiere hacer, mientras control se refiere a velar porque así se haga, o sea el control revisa el pasado, la combinación de las dos funciones administrativas, juntas, sirven de perspectivas para la persona que toma decisiones en el presente. Ambas han sido objeto de una investigación considerable y han desarrollado teorías separadas.

Existen en la actualidad muchos libros referentes al control de la producción, enfocados principalmente a la industria manufacturera. Sin embargo los conceptos de control pueden ampliarse hasta abarcar proyectos para carreteras, presas y construcciones de edificios. Los métodos usados para diseñar sistemas de control son idénticos y muchos de los procedimientos aplicados a la toma de decisiones son intercambiables.

El objetivo del control de producción, en la forma más amplia, es planear las corrientes de materiales que llegan a la fábrica, pasan por ella y salen de la misma, regulandola de tal manera que se alcance la posición óptima en cuanto a beneficios, dentro del marco de las metas que la empresa se ha fijado. Para una construcción se puede definir el objetivo del control, como:

"El establecimiento de sistemas que permitan planear el flujo de los materiales que llegan a la obra, hasta su correcta colocación detectando errores, causas y sus soluciones oportunamente para obtener el mayor beneficio"

Un tipo de sistema para el control de la producción no bastaría para contemplar todos los diferentes productos elaborados. El sistema de control de una planta de ensamble de automóviles es completamente diferente del que necesita una compañía constructora. La clase de sistema empleado para el control depende de la producción, por lo cual es importante conocer las diferencias que existen.

## Comparación de la producción

Empresa Constructora  
obras en diferentes lugares  
(trabajos variados)

Empresa Automotriz  
Planta de ensambles  
(Producción de serie)

- 
- |   |   |
|---|---|
| 1.- Máquinas diferentes, con su pervisiones diferentes  | 1.- Máquinas dispuestas según el orden de las operaciones necesarias para hacer un producto.                                    |
| 2.- Los ciclos de fabricación son largos  | 2.- Los ciclos de fabricación son cortos y las fechas de entrega tempranas  |
| 3.- Las cargas de trabajo están desequilibradas y las máquinas pueden pasar días enteros inactivas                                  | 3.- Las cargas de trabajo tienden a equilibrarse más y se hace cuanto es posible para que las máquinas funcionen todo el tiempo |
| 4.- Los operarios de las máquinas, no siempre son muy expertos  | 4.- Los mecánicos son muy expertos, pero solo en una clase de operación   |
| 5.- En ocasiones el espacio es reducido para tener depósitos satisfactorios de materia prima, además de la diversidad de materiales | 5.- Puede haber grandes depósitos de materias primas por las cantidades de material consumido. Lo ideal                         |
| 6.- Debido a lo largo del ciclo de fabricación y son diferentes conceptos, las existencias de materiales en elaboración son grandes | 6.- Las existencias de material en elaboración son generalmente pequeñas en comparación con las grandes cantidades producidas   |
| 7.- Los costos del manejo de materiales es mayor  |   |

- |   |  |
|---|--|
| <p>8.- La falta de espacios impiden en ocasiones buenos accesos</p>   | <p>7.- El fin del trabajo en línea es reducir los costos del manejo de materiales.</p>   |
| <p>9.- El control de la producción tiende a ser más complejo porque hay muchos trabajos a la vez, lo cual implica muchas instrucciones, chequeadores de tiempo, de maquinaria, etc para cumplir los programas</p> | <p>8.- El espacio puede utilizarse con más eficiencia.</p>   |
| <p>10. El rendimiento de trabajo en obras es más flexible que el de la producción en serie</p>  | <p>9.- El control de la producción no será muy complejo porque lo que interesa principalmente es el suministro de materiales a las líneas de trabajo</p> |
|   | <p>10.- Los costos unitarios de la línea de producción serán más bajos si la producción se mantiene cerca del nivel óptimo.</p>                          |
- 

Para ser posible el control de la producción se requiere implantar sistemas de control en bloque. Como es en función del tiempo el avance diario, semanal o mensual, o bien por unidad como el M<sup>3</sup> de concreto colado, toneladas de acero habilitadas, etc. que nos permiten conocer resultados medibles en un periodo de tiempo determinado.

Es difícil enumerar los objetivos del control de la producción o avance porque en las diferentes empresas constructoras se combinan diferentes actividades. Las diferencias se deben a la tradición, a las variaciones de los contratos y mercados y a otras muchas razones.

nes.

El fin del control de la producción es coordinar las diferentes obras, instalaciones de las oficinas centrales, y otros medios de producción y de ahí que haya muchos puntos de contacto y comunicación con otros departamentos. Todos tienen un interés común en que la obra se haga de acuerdo con el programa establecido y a cósto óptimo, pero en lo que a veces no hay acuerdo es en los métodos para alcanzarlo.

La Gerencia de Promoción y Desarrollo, tiene interés en promover nuevas obras, pero sólo puede conseguirse si el cliente está satisfecho, y lo normal es que esté si la ejecución de la obra encomendada cumple con las especificaciones y normas de calidad señaladas, a costo razonable y de acuerdo con la fecha convenida. En general suele ser la fecha de entrega el punto de fricción entre el control de la producción y la Gerencia de Promoción. Para éste, la fecha convenida es más importante que el quedar dentro del presupuesto, porque un antecedente de poca formalidad en la entrega puede producir en las relaciones con el cliente un daño irreparable.

El Departamento de compras necesita que las solicitudes sean entregadas antes del tiempo en que se vaya a necesitar el material.

También le conviene fincar pedidos por el total de material necesario para las obras en el año, con el propósito de abaratar los precios de adquisición y garantizar las entregas.

El Departamento de control de calidad se preocupa porque el producto elaborado satisfaga las normas sin tomar en cuenta los pro

gramas de obras. Esto a veces provoca un conflicto declarado, pero lo más frecuente es que todos los departamentos concilien sus intereses comunes y trabajen en armonía.

En las empresas constructoras la Gerencia de Construcción tiene contacto con todas las demás Gerencias y departamentos y su personal como son los superintendentes Generales, Superintendentes de frente, Residentes, etc. están en contacto directo con otras personas dentro y fuera de la obra y de la empresa. Por eso se comprende que las Relaciones Industriales juegan un papel primordial.

Una compañía que lucha con pocas dificultades llega a alcanzar un estado de "equilibrio" en que cada persona sabe lo que se espera de ella. El personal se acostumbra al ambiente que reina en la empresa y sabe como reaccionarán sus compañeros de trabajo en determinadas ocasiones. Esto es muy difícil de lograr en las empresas de la industria de la construcción en México, debido a que las variaciones de otorgamiento de contratos es muy inconsistente provocando altibajas cualmente lo que motiva a organizar a las empresas del ramo de la construcción para adaptarse al cambio, reduciendo el personal cuando las obras se acaban e incrementandolo cuando existe mucha construcción. Sin embargo, estos aspectos no deben ser causa de que el personal que labora se identifique con la política general de la empresa, para su propio desarrollo.

Para el correcto desarrollo de un proceso constructivo, se enlazan varias funciones relacionadas con la producción, que en una obra son coordinadas por el Superintendente General, estas fun-

ciones son:

I.- Función de Fabricación

- 1.- Función de recepción y Almacenamiento
- 2.- Función de producción
- 3.- Función de estimación

1.- La función de recepción y almacenamiento asume la responsabilidad de aceptar los materiales que entrega el transportista, y almacenarlos adecuadamente hasta su uso. También asume la responsabilidad de determinar si se ha recibido la cantidad adecuada de materiales, aunque por lo general, no tiene responsabilidad alguna de la calidad del material recibido.

2.- La función de producción, asume la responsabilidad de transformar la materia prima en un producto acabado, aceptable y económico.

3.- La función de estimación asume la responsabilidad de cuantificar la obra ejecutada para la elaboración de la estimación documentación de apoyo para el cobro.

Por lo tanto, puede decirse que las funciones de fabricación tienen la responsabilidad del manejo y la transformación física de los materiales hasta lograr el producto terminado.

II.- Funciones de Control

En este grupo de funciones debemos incluir a aquellas que se ocupan de controlar la producción, los costos y la calidad. Las funciones incluidas son:

- 1.- Control de producción.
- 2.- Control de calidad.
- 3.- Control de costos
- 4.- Control de procedimientos
- 5.- Inspección

- 1.- La función de control de producción tiene la responsabilidad de establecer pronósticos, planes de producción, programas de producción, asignación de labores, niveles de existencia en base a la retroalimentación
- 2.- La función de control de calidad es responsable de establecer y mantener el necesario control de calidad de: materiales adquiridos, materiales en proceso de elaboración, y acabados. Es responsable, además, del examen del producto acabado, para ver si se ajusta a las especificaciones y también a la calidad.
- 3.- La función de control de costos habrá de ser responsable de determinar y dar cuenta del costo de la obra terminada y de compararlo con las cantidades asignadas en los presupuestos.
- 4.- La función del control de procedimientos establece procedimientos tipo dentro de la empresa. También establece y coordina todos los impresos y formularios que habrá de utilizarse.
- 5.- La función de Inspección cuida de examinar los materiales en curso de fabricación como es el concreto, soldaduras, etc. y los productos terminados, Compactiones, concretos, etc. Los resultados de estos exámenes se comunican a los departamentos relaciona-

dos para su determinación.

### III Funciones de Sostenimiento,

En este grupo de funciones habremos de incluir las que sostienen las actividades de las funciones mencionadas con anterioridad. Las funciones excluidas son:

- 1.- Abastacimient o compras
- 2.- Promociones
- 3.- Conservación y mantenimiento de equipo
- 4.- Personal

- 1.- La función de abastecimiento o compras consiste en adquirir los materiales y equipo necesarios, de la calidad adecuada y al precio más favorable asegurando su entrega en la fecha establecida. Esta función llevará un control de todos los proveedores, para fijar políticas de compra para el futuro.
- 2.- La función de promoción es responsable de conseguir los contratos y concursos necesarios manteniendo el nivel de producción fijado en los objetivos, y de conservar las buenas relaciones con el cliente después de terminado el trabajo encomendado.
- 3.- La función de conservación y mantenimiento del equipo, es responsable del buen funcionamiento del mismo para garantizar el activo fijo de la empresa, la conciliación de costos de producción y mantenimiento, y tener en disponibilidad el equipo para operar el número de horas previsto en su vida útil.

4.- La función del personal es responsable en contratar y adiestrar a los empleados y de poner fin a sus relaciones con la empresa. Debe velar para que se disponga de trabajadores de las especialidades necesarias en el número, lugar y momento que se necesiten y hagan falta.

Es sabido que estas funciones no cubren la totalidad que requieren las empresas constructoras, además los nombres o títulos que se le asignan pueden ser diferentes y difieren además las labores. Sin embargo, son algunas de las funciones más importantes y se hace necesario examinarlas al estudiar el control de producción.

Hemos mencionado las diferentes funciones de las empresas constructoras necesarias para realizar adecuadamente un proceso constructivo, debiendo hacer mención a continuación de los "Documentos" necesarios para el control de la producción. También, al igual que las funciones se mencionan únicamente los más importantes.

#### DOCUMENTOS.

Los documentos de que nos ocuparemos son:

- 1.- Pronóstico de promociones: Un cálculo estimativo del volumen de venta en base a la retroalimentación de años anteriores, para fijar metas concretas para algún período futuro de tiempo.
- 2.- Programa de producción: Un plan de corto, mediano y largo plazo para crear los objetivos de la empresa en cuanto a la creación de activos, nuevas empresas filiales o formación de grupo de empresas.

2. Programa de producción: Un plan de corto, mediano y largo plazo para crear los objetivos de la empresa en cuanto a la creación de activos, nuevas empresas filiales o formación de grupo de empresas.
3. Plan de producción: por lo general un plan dividido en trabajos específicos, que habrá de regular la producción durante un período intermedio de tiempo. Este plan se suele revisar a intervalos periódicos para corregir desviaciones de pronósticos o incapacidades de atender la obra prevista.
4. Calendario de obras: Es una prolongación del plan de producción, tendiente a controlar la producción de cada obra durante su proceso constructivo. Por lo general en tiempos cortos y se emplean los diagramas de barras, ruta crítica etc.
5. Contratos: autoriza a la gerencia de construcción a realizar la obra encomendada indicando lo que ha de realizarse, el lugar y tiempo señalado, cumpliendo con las especificaciones estipuladas.
6. Terminación de obra: Informe de finiquito de los trabajos en que se da cuenta de haber dado cumplimiento al contrato encomendado no quedando obra, pagos y cobros pendientes.
7. Inventario de existencias: Un registro del recuento de partidas de materiales, refacciones, herramienta, equipo, etc. que se tienen en existencia. Las existencias pueden ser artículos almacenados o artículos en proceso de colocación.

8. Planos y croquis; definen totalmente los trabajos a realizar con dimensionamiento y anotaciones necesarias para la correcta realización de la obra.
9. Especificaciones: definen la calidad del producto y bajo que condiciones debe funcionar. Puede describir las pruebas que habrán de utilizarse para la aceptabilidad o el rechazo.
10. Descripción de procesos constructivos: define el proceso detallado que debe seguirse en determinados casos para la correcta construcción de la obra, como son los casos de algunas cimentaciones, montajes, etc.
11. Presupuestos: es un cálculo estimativo de costos que habrá de emplearse en la construcción de la obra de acuerdo a un programa preestablecido. Puede ser parte de la información presentada para concursos, o asignación directa de obra.
12. Rendimientos: relación de tiempos obtenidos por experiencias propias o ajenas del personal para la realización de un trabajo en condiciones normales.
13. Solicitud de compra: La petición que la gerencia de construcción hace al Departamento de compras para que le proporcione determinados materiales o equipo de acuerdo con

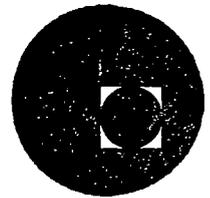
un plan dado.

14. Orden de compras: contrato con el proveedor para que proporcione el artículo o artículos en él especificador a un precio determinado y dentro de un plazo de entrega fijada.
15. Informe de recepción: el reconocimiento oficial de haber recibido materiales o equipo de acuerdo con la descripción y en la cantidad estipulada en el pedido de compra. No reconoce la aceptabilidad de la calidad del material.
16. Informe de laboratorio: Contiene el resultado de las pruebas realizadas a los materiales durante el proceso.
17. Recepción de obra: documento que expresa la terminación de los trabajos de acuerdo a las especificaciones, quedando pendiente una garantía por vicios ocultos en la construcción.





centro de educación continua  
división de estudios superiores  
facultad de ingeniería, unam



PROGRAMACION Y CONTROL DE OBRAS  
EN COLABORACION CON LA UNIVERSIDAD DE CHIHUAHUA.



ING. GABINO GRACIA CAMPILLO.  
AGOSTO DE 1977.

## I N D I C E .

	Página
1.- Elementos que integran un Almacén.	1
2.- Funciones mínimas a desarrollar por el personal de un Almacén.	2
3.- Relación de papelería que se usa en un Almacén.	5
4.- Instrucciones generales para manejo de un Almacén.	5
5.- Formas de papelería para control en un Almacén (A) a la (U) .	11
6.- Forma de fijar máximos de existencia refacciones	28,29 y 31
7.- Area total en planta requerida para un Almacén	37
8.- Método aproximado de primera intención para calcular máximos y mínimos existencias en Almacén	37
9.- Como comprar materiales y repuestos	38
10.- Area en planta requerida para almacenaje refacciones	40
11.- Elementos para manejo refacciones	40
12.- Combustibles.- Características, almacenaje y manejo	42
13.- Lubricantes.- Su almacenaje y manejo	46
14.- Consejos para manejo y cuidado de otros materiales	51
15.- Almacenaje y cuidado de soldaduras	58

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

Espero que la siguiente recopilación de datos y apuntes relacionados - con el Manejo y Control de Almacenes en Obras de Construcción, así como la manera de pedir y comprar refacciones y aún para juzgar de la calidad de algunos materiales, sean una útil guía para Ingenieros Civiles - responsables de obra para diseñar o juzgar el diseño y organización de Almacenes sobre todo en el caso de obras pequeñas donde no puedan contar con el auxilio de técnicos especializados en la materia.

De todas maneras se ha procurado citar todos los elementos necesarios y la organización completa de Almacenes y aún elementos opcionales en la inteligencia de que en cada caso de acuerdo con la magnitud y duración de la obra así como con las inversiones justificables, se pueden abreviar o eliminar requerimientos señalados usando un buen criterio.

Por ejemplo:

- 1.- Habrá casos en que el Jefe de Almacén haga las veces de receptor, despachador y aún empleado de oficina.
- 2.- O que en un mismo edificio ó galera provisional se tengan que almacenar refacciones y todos los materiales con las divisiones y protecciones adecuadas.
- 3.- Prescindir de elementos costosos, como grúas, montacargas, etc.
- 4.- Minimizar los controles y su papelería, reduciendo esta a lo indispensable.

- - - - -

Así como el Ingeniero Mecánico necesita adquirir nociones de electricidad y aún de cimentaciones para las maquinas que va a cuidar, creo que estos conocimientos sobre equipo de construcción y su cuidado mínimo - les serán de utilidad.

Y felicito muy cordialmente a los catedraticos actuales de las distintas facultades, por preocuparse por que los conocimientos que se imparten - sean cada vez más prácticos y propiciar desde la escuela el diálogo - y comunicación entre técnicos y profesionistas.

## INSTRUCTIVO PARA ALMACENES DE OBRAS DE CONSTRUCCION

### I.- ELEMENTOS NECESARIOS:

#### 1.- Local

Suficiente con:

Oficina

Recepción protegida de la intemperie

Patio cercado para materiales que no les daña la intemperie

Polvorín protegido, ventilado y alejado de zona habilitada

Andén para carga y descarga de camiones

Bodega para materiales especiales

Patio de combustibles y Bodega para lubricantes

#### 2.- Muebles y Enseres

Estantería:

Mostrador a) De Recepción

b) De Despacho

Básculas a) 120 y 500 Kg. móviles

b) De camiones si es necesario

Equipo Oficina

Grúas para manejo de materiales pesados

Tanques de almacenamiento

Extintidores contra incendio en lugares de peligro

Recipientes para manejo de líquidos

Rotulación y letreros de aviso de peligro, etc.

Formas de papelería para control

#### 3.- Personal

Jefe de Almacén, un turno

Receptor y ayudantes, un turno

Despachador por turno

Ayudante despachador

Kardista

Mecanógrafo

Bodeguero (uno por bodega)

Peones (aseo etc.) Los necesarios



6.- Equipo auxiliar para la construcción, etc., etc.

D) Mobiliario y Equipo de Oficina

- 1.- Archiveros
- 2.- Escritorios
- 3.- Cajas fuertes
- 4.- Libreros
- 5.- Sillas y sillones
- 6.- Calculadoras
- 7.- Estantes
- 8.- Mesas, etc., etc.

Finalmente cada sub-grupo lleva números progresivos para identificación de artículos

Ejemplo:

A) Materiales

1.- Combustibles y Lubricantes

- 1.- Gasolina
- 2.- Diesel
- 3.- Petroleo
- 4.- Aceites
- 5.- Grasas, etc., etc.

2.- Madera y sus derivados

- 1.- Madera de Pino
- 2.- Triplays
- 3.- Perfofel, etc., etc.

B) Refacciones

1.- Continental

- 1.- Válvula 6001-351
- 2.- Empaque FS-7183-S-7
- 3.- Buje 3304. etc., etc.

2.- Ford

- 1.- Carburador COTZ-2125
- 2.- Válvula COUX-4132
- Etc., etc.

C) Artículos de Resguardo

1.- Artículos para almacenamiento, conducción, etc.

- 1.- Tanque almacenamiento 5000 lts.
- 2.- Bote para aceite 20 lts., etc., etc.

2.- Artículos eléctricos

- 1.- Probador
- 2.- Tungar para 12 baterías, etc., etc.

D) Mobiliario y Equipo Oficina

1.- Archiveros

- 1.- Archivero D M Nacional 4 gavetas
- 2.- Archivero metálico Rogil 4 gavetas

2.- Escritorios

- 1.- Escritorio madera
- 2.- Escritorio metal, etc., etc.

- d) Control de resguardos provisionales y definitivos
- e) Uso de la papelería adoptada
- f) Rotulación, numeración de estantes para localización de artículos, numeración a estantes y casilleros, cajones, etc. con números progresivos para rápida localización.
- g) Llevar a cabo inventarios de Almacén dos veces al año. (Ver forma "C")
- h) Periódicamente checar artículos a resguardo.
- i) Periódicamente hacer verificaciones de existencias, artículos sin movimiento para proponer su salida como mejor convenga.
- j) Control máximos y mínimos, existencias que fije la obra y modifique periódicamente de acuerdo con experiencias sobre el movimiento de - materiales y repuestos.

Para determinar máximos y mínimos de existencias hay que tomar en - cuenta los siguientes factores:

- 1° Experiencia que se tiene del movimiento de los distintos artículos.
- 2° Número de unidades activas, maquinas o equipos en obra.

3° Tardanza en surtir por parte de proveedores.

### III.- PAPELERIA

#### 1.- De uso obligatorio

- a) Control de entradas de adquisiciones locales con copia para la Oficina Matriz. Información en forma (S)
- b) Control de salidas.
- c) Vales de salida para artículos de consumo.
- d) Notas de devolución al almacén
- e) Resguardos provisionales
- f) Resguardos definitivos
- g) Sobres para archivo de resguardos
- h) Tarjetas de registro de movimiento de almacén, en especie y valores.
- i) Requisiciones
- j) Etiquetas para identificación de artículos
- k) Libro de registro de clasificaciones
- l) Informe diario de existencias básicas de combustibles y explosivos.
- m) Control de envases de oxígeno y acetileno
- n) Pólizas de Cargo y Abono
- o) Catálogo de mobiliario, inversiones amortizables, materiales y refacciones.
- p) Formas para recuento diario

#### 2.- Papelería Optativa

- q) Notas traspaso entre almacenes de la obra
- r) Tarjetas de localización, auxiliares para más rápida localización. Forma (R)

### IV.- INSTRUCCIONES GENERALES

- 1.- En las tarjetas kardex de movimiento de almacén, (ver forma (A), al registrar bajas el kardista coloca un jinete en cada tarjeta, a la izquierda si la existencia que queda es igual o mayor que el máximo, a la derecha si bajó del máximo y al centro si llegó al mínimo o aún menor.

La existencia mínima solo es aviso de que la existencia ya es crítica y que se puede agotar totalmente si la demanda aumenta anormalmente o si el tiempo entre solicitud de recompra y recepción del proveedor resulta más que el máximo previsto al calcular dicha existencia mínima.

Normalmente deben revisarse tarjetas para pedir y reponer existencia - máxima, cada semana.

Para esto deberá tenerse en cuenta lo que hay pendiente de surtir de - pedidos anteriores y para ello el almacén lleva otras formas de control por artículo. Ver forma (B).

- 2.- El Almacén contará con relación y firmas de las personas autorizadas - para firmar vales para salidas de almacén.
- 3.- El receptor tendrá la responsabilidad del recibo correcto de mercancías, haciendo notar los faltantes de lo pedido en el control de entradas para conocimiento del Jefe de Almacén, quien a su vez lo hace del conocimiento del Jefe Administrativo. Toda recepción se hace contra una requisición. Ver formas (D) de una Requisición de obra y (E) De Departamento de Compras Oficina Matriz.
- 4.- Si los artículos recibidos son para salida inmediata, se obtendrá la firma de recibo en el control de entrada (la. recepción) y se hace póliza de cargo con abono a Oficina Matriz. o Proveedor local con referencia al número del control.  
Si no son para salida inmediata, se clasifican de acuerdo con catálogo, - se etiquetan, (Ver forma de la etiqueta (F)) y se registran si no están ya registrados en Libro de Registro de hojas cambiables, Ver un modelo en forma (G), y se le da colocación. A continuación se opera la tarjeta kardex en especie y valores. Finalmente se formula la póliza de abono.
- 5.- Si un artículo se devuelve, se recibe con nota de devolución (ver forma (H)) y se sigue el proceso igual de recepción; pero con abono a la cuenta afectada. El artículo deberá ser nuevo y completo en el caso de refacciones y deberá ser utilizable en el caso de materiales y resguardo-consumo y estos se darán y utilizarán hasta agotarse antes de dar nuevos.
- 6.- Para la salida de artículos de consumo en existencia, se hará mediante - vale de salida (ver forma (I)) con clasificación, autorizado, con el que se anota baja en la tarjeta kardex y haciendo la póliza respectiva de - cargo a cada cuenta periódicamente.

- 7.- Si las salidas son a almacén de otra obra o a almacén de Oficina Matriz, se empleará forma de control salidas, especial, para estos casos (ver forma (J)).
- 8.- Para la salida de artículos de resguardo (Muebles o elementos herramientas) se usará vale de resguardo provisional (ver forma (K)) cuando se proporcionan por menos de 24 horas, vale que se conserva en el mostrador para ser inutilizada la firma del interesado al devolverlos artículos en buen estado, si se devuelven en mal estado o inútiles no se aceptarán, exigiendo la firma del jefe correspondiente que autorice la baja para seguir trámite normal, como vale de consumo.- Para entrega de herramienta de uso diario, como palas, picos, elementos de seguridad, etc. conviene el uso de resguardo definitivo (ver forma (L)) a cargo de cabos o sobrestantes de los diferentes turnos que respondan mancomunadamente del herramental, eliminando así trabajo de entrega y recibo diarios.  
No deben existir resguardos provisionales, de días atrasados.  
Al salir los artículos de resguardo consumo por primera vez, se darán de baja con cargo al costo mediante vale de consumo (forma M-1 ) y resguardo especial, (ver forma (M)), anotando en el vale el número del resguardo y viceversa, operando el vale valorizado en la tarjeta de resguardo consumo nuevo. (De las formas A). Simultáneamente se formula nota de devolución; ( forma M-2 ) valorizando el artículo en \$ 1.00- con abono al costo. A esta nota se le dará entrada en la tarjeta de resguardo-consumo usado (otra A de otro grupo) y en la misma se operará el resguardo con salida existencia y entrada a resguardo. La baja definitiva de estos artículos de resguardo-consumo usado. se verificará cuando estos artículos sean devueltos al almacén en estado inutilizable, debiendo el almacenista formular vale de consumo (forma I) que valorizará a \$ 1.00 que deberá ser autorizado por el Jefe Administrativo y el Superintendente. Cuando la baja de un artículo se deba a extravío o mal uso imputable al trabajador, se hará el vale (forma I) en cuenta por cobrar al precio de costo original pre via autorización del superintendente.
- 9.- Para las salidas de artículos idénticos por tiempo indefinido, se empleará el resguardo definitivo, (ver forma (L)) exigiendo firma de recibidos y Vo.Bo., se entregará copia al interesado y la otra copia se archivará por orden numérico progresivo. El original se operará

en el kardex como salida de almacén y entrada a resguardo, conservando se dentro de un sobre (ver forma (N) correspondiente al número y nombre del trabajador, Se tendrá presente que cada resguardo solo podrá amparar uno o varios artículos de una misma clasificación.

Al devolver artículos en mal estado o inútiles; se procederá como se indica en el punto 8. Al hacer verificaciones de artículos prestados, la carátula del sobre en donde se encuentran los resguardos indicará - cuales son los resguardos pendientes.

10.- Para el envío de artículos de un almacén a otro de la misma obra, se empleará la nota de traspaso, (ver forma (O)), con valores, documento que hará efecto de baja en el primer almacén y de entrada en el segundo, - formulando la poliza correspondiente.

11.- Para mantener existencias de artículos de mucho movimiento; se formularán Requisiciones de acuerdo con el Jefe Administrativo, cuidando de - pedir cantidades razonables, artículos de comprobada salida constante y anotar todas las especificaciones requeridas. De estas requisiciones y de las que formule la obra, se conservará copia por orden numérico - progresivo para consultarlas al recibirse los artículos y conocer si es correcto lo surtido, saber el destino y los artículos pendientes de - surtirse para hacer recordatorios oportunos. Un ejemplo de como se usan requisiciones se ilustra en formas (P) que se acompañan de hojas correspondientes con calculos de máximos existencia.

12.- El inventario constante se realizará tomando diaria o periódicamente - tarjetas de grupo o grupos completos de artículos semejantes de modo - que en período de seis meses se hayan revisado la totalidad de los artículos. Se confrontan físicamente las existencias contra saldo de las tarjetas de Almacén, entregando copia de cada revisión diaria (en forma (Q)) al Jefe Administrativo, tanto en el caso de que no haya diferencias como en el caso de que las haya, quien dispondrá se haga una investigación o se lleven a cabo ajustes por medio de vale (forma (I)) o nota de devolución (forma (H)) ya se trate de faltante o sobrante.

Las pólizas para estos ajustes deberá autorizarlas el Superintendente.

13.- Cuando deban conservarse existencias en Almacén de materiales en consiguiente de Proveedores, se procederá como se acuerde en cada caso.

14.- El Almacén contará con un sello metálico en caliente con clave o siglas

de la empresa para marcar con él, llantas, impermeables, botas, guantes y otros artículos que puedan marcarse para evitar su mal uso. Se maneja rá con el debido cuidado para no inutilizar el artículo.

15.- El Almacén formulará diariamente relaciones de existencias de Combustibles, Lubrificantes y Explosivos agregando los datos que deseen adicionales el Superintendente o Jefe Administrativo, Mensualmente se formulará informe de movimiento de explosivos con destino al Departamento -- Legal de Oficina Matriz.

16.- Para el control de envases de oxígeno y acetileno, opcionalmente el almacén llevará una forma de imprenta (que no se usa mucho) en que aparezca el número de envase, fecha y número de control de entrada al almacén, fecha y número de remisión de salida de almacén y número de resguardo provisional y nombre del trabajador que conserva el envase. Los recibos de envase del proveedor se archivarán por orden cronológico.

17.- Las concentraciones y pólizas que formulará el Almacén correspondientes a su movimiento, podrían realizarse cada decena, sin que deba permitirse mayor retraso.

18.- En caso de que a juicio del superintendente se haga necesario el inventario físico general, se realizará de la manera siguiente:

Se prepara anticipadamente el Almacén por medio de recuentos de artículos en gran cantidad, pesados o voluminosos, a los que se sujeta un marbete o tarjeta en la que aparezca la cantidad contada o pesada de donde se descuentan las salidas y se aumentan las entradas de manera que al llegar el día fijado, ya no se requiera el pesaje o recuento de esos artículos. A continuación se revisan las existencias para reunir artículos -- iguales que se encuentran separados.

Días antes del fijado para el inventario se sujetan a cada grupo de artículos de cada casillero y lugar una tarjeta de inventario doble foliada progresivamente, anotando en las dos partes la localización, clasificación, unidad, nombre y número de parte. El día del inventario con asistencia de personal ajeno al Almacén que será el que tome los datos, se distribuirá el personal de manera que cada grupo lo forme una persona del Almacén y otra ajena. El personal de Almacén cortará la parte inferior de la tarjeta de inventario la pasará al empleado ajeno, contará -- los artículos en voz alta y escribirá en la parte superior de la tarjeta los artículos que haya contado. El empleado ajeno vigilará el re--

cuento y escribirá la cantidad resultante en la otra mitad de tarjeta que conservará. Al finalizar cada empleado ajeno revisará sus tarjetas para que no falte alguna y consultando las tarjetas de almacén en especie y valores, anotará en el espacio correspondiente la diferencia - en más o menos que encuentre, lo mismo en precio, formulando relación de las diferencias separadamente las faltantes de las sobrantes. Este informe se entregará al Jefe Administrativo, quien dispondrá una última revisión de estas diferencias, por si hubiera un error en el primer recuento, ordenando con el resultado una investigación si lo amerita o la formulación de vales o notas de devolución para ajuste formulando pólizas respectivas.

Se formulará la relación de inventario a máquina, (en formas (C) cuya cantidad en valor deberán coincidir con el Mayor de Contabilidad.

19.- Finalmente se anexa forma (T) para Remisión de devoluciones a proveedores o para otros envíos y la forma (U) para hacer un inventario de refacciones.

20.- Contabilidad

La contabilización de las operaciones de Almacén debe realizarse por el Departamento de Contabilidad, con base en los documentos generados en el Almacén, por entradas y salidas. Pero si se determina, el Almacén mismo puede hacerse cargo de ello, mediante las instrucciones que reciba y el catálogo de cuentas que proporcionará el Departamento de Contabilidad.











(F)

**IDENTIFICACION DE ARTICULOS**

No. de Parte o Medida _____
Nombre _____
Unidad _____ Fecha _____
Máquina _____ Marca _____
Modelo _____
Rev. _____ Oora _____ Con. J. _____
Clasif. _____ Localiz. _____



## ENTRADA AL ALMACEN

ORDEN No. .... MAQ. No. EC. ....  
 (ABONO)

Nº

MOVIMIENTO MOTIVADO POR: .....

FECHA DE ..... DE 195 .....

CANTIDAD	UNIDAD	No. CATALOGO	CLASIF. AL No.	DESCRIPCION	PRECIO UNIDAD	IMPORTE
Recibido:				Calculado:	Total \$	
Descargado en Costos:				Autorizado:	Entregado:	

(1)

**VALE DE SALIDA**  
(O VALE DE BOLSILLO)

FOLIO ALMACEN \_\_\_\_\_

CARGO _____				FECHA		
				DIA	MES	AÑO
CANTIDAD		UNIDAD	DESCRIPCION	PRECIO UNITARIO	IMPORTE	No. DE CLASIFICACION
SOLICIT.	SURTIDA					
AUTORIZO		RECIBIO	ENTREGO	TOTAL		

NOTA: NO SE SURTIRA SI TIENE ENMENDADURAS EN LAS CANTIDADES SOLICITADAS.



### RESGUARDO PROVISIONAL

No. \_\_\_\_\_

NOMBRE		NO. ECONOMICO	FECHA		
			DIA	MES	AÑO
CAN-TIDAD	DESCRIPCION				IMPORTE
	TOTAL				
AUTORIZO		ENTREGO		RECIBI	
_____		_____		_____	
<p>NOTA: Acepto el precio que de ellos arriba se indica asi como que su importe sea descontado de mis salarios en _____ pagos para el caso de que los perdiera, destruyere, dañare o de que no los devolviera a dicha empresa a más tardar el día _____</p>					



RESGUARDO - 23 -  
**PARA ARTICULOS DE RESGUARDO-CONSUMO**

(EXCLUSIVAMENTE PARA ENTREGA DE ARTICULOS NUEVOS)

(M)

Nº

FECHA \_\_\_\_\_

ENTREGADO A \_\_\_\_\_ NUMERO \_\_\_\_\_

LOS ARTICULOS QUE A CONTINUACION SE DETALLAN QUEDAN  
 BAJO SU RESPONSABILIDAD.

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION	PRECIO UNITARIO	IMPORTE	CLASIFICACION

**VALE DE SALIDA  
 PARA ARTICULOS DE RESGUARDO-CONSUMO**

(M-1)

Nº

FECHA \_\_\_\_\_

EL SR. \_\_\_\_\_ NUMERO \_\_\_\_\_

Resguardó los artículos siguientes, a los que se de baja con este vale  
 en la tarjeta de Resguardo-consumo nuevo, con el valor original.

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION	PRECIO UNITARIO	IMPORTE	CLASIFICACION

**NOTA DE DEVOLUCION  
 PARA ARTICULOS DE RESGUARDO-CONSUMO**

(M-2)

Nº

FECHA \_\_\_\_\_

EL SR. \_\_\_\_\_ NUMERO \_\_\_\_\_

Resguardó los artículos siguientes, a los que se dá entrada con esta  
 Nota en la tarjeta de artículos usados con valor de \$1.00 c/u.

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION	PRECIO UNITARIO	IMPORTE	CLASIFICACION

CON ABONO A: \_\_\_\_\_ TOTAL \_\_\_\_\_

ORDEN DE TRABAJO \_\_\_\_\_

MAQ. NO. ECO \_\_\_\_\_

NOMBRE DEL EMPLEADO

NUMERO DEL EMPLEADO

LOS RESGUARDOS DE ESTE SOBRE FULRON CHECADOS FISICAMENTE POR:

ESTE SOBRE CONTIENE LOS RESGUARDOS:

1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									



REGISTRO AL DEPARTAMENTO DE COMPRAS

No. \_\_\_\_\_

FRENTE - \_\_\_\_\_

A \_\_\_\_\_ DE \_\_\_\_\_

DE 19 \_\_\_\_\_

CLASIFICACION	MAQ. No. Eco.	CAPACIDAD.	PARCA.	MODELO	SERIE	CATALOGO CONSULTADO
MAQUINA PARA COPIAR OFICINAS	VARIOS		CITICOPILLAR	1-E-11	12 10	
MOTOR DIESEL			CATIPILLAR	D-242	VARIOS	UEG03155
ADITAMENTO						

Part. No.	Cantidad	Unidad	DESCRIPCION	No. Parte o Medida	Página	Ref.	Exist. Almacén.	P r o d u c t o s			R e c i b o s			E n t r a d a A l m a c e n				Observ.	
								Nombre	Precio	Nombre	Precio	Nombre	Precio	Num.	Fecha	Num.	Fecha		Num.
1	2	PZA	ROTA DE 1/2" AGUA *	851911	13														
2	1	PZA	COLETA PARA VENTILADOR	187520	15	27													
3	1	PZA	MURICARGADOR *	1P1173	20														
4	6	PZA	SELLO DE 1/2" PUNZONERA	117216	23														
5	6	PZA	VALVULA REGULADORA	114086	42 A	20													
6	1	PZA	REGLADOR PRESION DE AGUA	354131	43														
7	1	PZA	REGLADOR DE TEMPERATURA	354130	43														
8	2	PZA	REDUCTOR DE PRESION ACEITE	311665	43														
9	1	PZA	ROTA DE ARRANQUE *	7 0793	131														
10	1	PZA	ROTA DE 1/2" ALMOCADOR	3 1340	142														
11	2	PZA	REGLADOR DE 12 VOLTS 7500	3 4608	142														
12	2	PZA	LINTA DE 12 VOLTS. *	2 8056	160														
13	2	PZA	REGL. SILLON DE 12 VOLTS	2 4168	160														
14	6	PZA	VALVULA REGULADORA	2 13046	42 B	14													
15	1	PZA	REGLADOR DE 24 VOLTS *	2 1204	54 E	9													
16	2	PZA	ROTA	5 2701	97														
17	2	PZA	ROTA	5 3153	97														
18	4	PZA	ROTA	2 24730	97														
19	1	PZA	ROTA	2 2273	103														
20	2	PZA	SELLO	2 3371	103														
21	2	PZA	VALVULA	2 55925	104 D														
22	1	PZA	CORREA	2 25	54 D	15													

FORMULADA POR _____	APROBADA POR _____	AUTORIZADA POR _____	ALMACEN _____	ADQUIRID LOS ARTICULOS _____
---------------------	--------------------	----------------------	---------------	------------------------------

26

(D)



EXISTENCIA MAXIMA DE LOS REPUESTOS EN ALMACEN, PARA TRACTORES CATERPILLAR SOBRE CHASIS MOD. D-8-H

Nos. 46A-24751 a 29465 y 46A-21932 a 22457

SEGUN CATALOGO UEG 03155 y ( )

No PROG.	No. PARTE	REF.	PAGINA	DESCRIPCION	PARA NUMERO DE UNIDADES ACTIVAS EN OBRA									
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	5S1911		12 B	Bomba de agua	*	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	3S7520	27	15	Jgo. Bandas ventilador (3)	°	1	1	1	2	2	2	3	3	3
3	1P1163		20	Turbocargador	*	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	6L7816		23	Sello para precámara		6	6	6	12	12	12	18	18	18
5	5M4086	20	42A	Válvula atomizadora		6	6	6	12	12	12	18	18	18
6	3S4131		43	Indicador presión agua		1	1	1	1	1	2	2	2	2
7	3S4130		43	Indicador temperatura agua		1	1	1	1	1	2	2	2	2
8	5M1065		43	Indicador presión aceite		1	1	1	1	1	2	2	2	2
9	7M7793		131	Motor de arranque	*	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	8M8340		142	Jgo. bandas para alternador (2)		1	1	1	2	2	2	3	3	3
11	5S6698		142	Alternador 12V, 75 A	*	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	2M856		160	Lámpara de 12 V	*	0	0	0	0	1	1	1	1	1
13	2M4168		160	Unidad sellada	°	1	1	1	1	2	2	2	2	2
14	2N3946	14	42B	Válvula atomizadora		6	6	6	12	12	12	18	18	18
15	2P1204	9	544B	Alternador 24V	*	1	1	1	1	1	1	1	1	1
16	8S7801		97	Tacon		2	2	2	2	4	4	4	4	4
17	5S3153		97	Placa	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	1D4630		97	Tornillo	°	4	4	4	4	8	8	8	8	8
19	5M3373		103	Anillo		2	2	2	2	4	4	4	4	4
20	5M3374		103	Sello		2	2	2	2	4	4	4	4	4
21	2S5925		102D	Válvula		2	2	2	2	4	4	4	4	4
22	3P25	15	54B	Banda del alternador	°	1	1	1	2	2	2	3	3	3
23	1M1882		160	Lámpara de 24 V.	*	0	0	0	0	1	1	1	1	1

No. PROG.	No. PARTE	REF.	PAGINA	DESCRIPCION	PARA NUMERO DE UNIDADES ACTIVAS IN OBRA								
					1	2	3	4	5	6	7	8	9
24	1M5898		160	Unidad sellada	° 1	1	1	1	2	2	2	2	2
25	8H5864		22	Cabeza	* 1	1	1	1	2	2	2	2	2
26	9S2727		99	Tornillo	27	27	27	27	54	54	54	54	54
27	2P3986		23	Jgo. empaques	6	6	6	12	12	12	18	18	18
28	8S391		220B	Zapata maestra 22"	2	2	2	2	4	4	4	4	4
29	8S395	7	220B	Tornillos	4	4	4	4	8	8	8	8	8
30	7S9601	5	220B	Eslabón maestro derecho	2	2	2	2	4	4	4	4	4
31	7S9602	6	220B	Eslabón maestro izquierdo	2	2	2	2	4	4	4	4	4
32	7H3599		220	Tornillo para zapata	40	40	40	80	80	80	120	120	120
33	2S2140		220	Tuerca	40	40	40	80	80	80	120	120	120
34	7H3609		99	Tuerca	27	27	27	27	54	54	54	54	54
35	9S3138		252	Caja Jgo. de sellos	° 1	1	1	1	1	1	1	1	1
36	9S3135		252	Caja Jgo. de sellos	° 1	1	1	1	1	1	1	1	1

\* Para comprar una sola vez y reparar o reconstruir los usados.

X Que fácilmente se hacen o mandan hacer.

° Repuestos que no son especiales de la marca y hay ó equivalentes en el mercado.



LISTA DE LAS MAXIMAS DE REPUESTOS EN ALMACEN PARA COMPLETAR LAS ESTACIONARIOS GARDNER DENVER,

MOL. ETFA 250 H.P.

DATOS DE CATALOGO PARTES SO-41 DE NOV. 1969.

No. PROG.	No. PARTE	REF.	PAGINA	DESCRIPCION	PARA NUMERO DE UNIDADES ACTIVAS EN OBRA									
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	51E359		32	Cople	°	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	13N6002	16	29	Jgo. 2 bandas	°	1	1	1	2	2	2	3	3	3
3	60BP23	3	30	Sello de flecha		1	1	1	2	2	2	3	3	3
4	2013770		32	Jgo. empaques		1	1	1	2	2	2	3	3	3
5	2008069	10	18	Jgo. Tubo drenaje		1	1	1	1	2	2	2	2	2
6	ET65028		32	Jgo. Empaques		3	3	3	6	6	6	9	9	9
7	2013771		35	Conjunto rutina mantenimiento	+	8	8	8	16	16	16	32	32	36
8	2013774		35	Conjunto servicio 2000 hrs.	+	3	3	3	6	6	6	10	10	10
9	2013769		35	Conjunto servicio 4000 hrs.	+	2	2	2	4	4	4	8	8	10
10	12W81	19	3	Balero de rodillos	°	2	2	2	2	4	4	4	4	4
11	12AD18	42	3	Balero de bolas	°	4	4	4	4	8	8	8	8	8

° Repuestos que no forzosamente deben comprarse al distribuidor del fabricante de la máquina, sino al fabricante o distribuidor del repuesto o comprarse equivalentes en el mercado.

En caso de chumaceras de rodillos o balas se compra uno la primera vez del distribuidor de la máquina para ver número y otras características para comprar los siguientes o equivalente en el mercado general.

+ Los kits para mantenimiento deben tener varios elementos que se consiguen por separado mas baratos y se procederá como con los baleros.



( R )

<hr/>	
<hr/> <b>(NUMERO DE PARTES O MEDIDA)</b>	<hr/> <b>(CODIFICACION)</b>
<hr/> <b>NOMBRE Y DESCRIP-</b>	<hr/> <b>(UNIDAD)</b>
<hr/> <b>CION DEL ARTICULO</b>	<hr/> <b>LOCALIZACION</b>
<hr/> <b>(GRUPO)</b>	<hr/> <b>(NOMBRE DEL GRUPO)</b>
<hr/> <b>MAQUINA</b>	<hr/> <b>M O D E L O</b>
<b>EQUIVALENCIAS:</b>	
<hr/>	<hr/>
<b>CATALOGO ALMACEN</b>	







OTROS DATOS INTERESANTES

Espacio en planta requerido para un almacén de repuestos:

Importe Inventario Almacén Dls.	Area Requerida p2.	Dolares inventario por p2. área Almacén requerido
75,000.00	2,500	30.00
150,000.00	3,500	42.85
250,000.00	4500	55 55

Incluye áreas para recibo, despacho y oficinas.

Fórmulas para determinar Máximos y Mínimos existencia repuestos en Almacén.

DA = Demanda anual en piezas, de estadística de 12 meses.

C = Costo unitario de repuesto en pesos M.N. ó Dolares.

LE = Lote económico por pedir, Piezas

MD = Minimo divisor de fórmula de existencia mínima = Pedidos por año

MVP = Meses de protección sin pedir

F = Frecuencia de elaboración de pedidos(meses) (adoptados)

T = Tiempo entre pedido y recepción (meses) (tiempo entrega del proveedor)

Te = Tiempo de elaboración del pedido  
y para recepción por el proveedor (meses)

R = Reserva o margen seguridad de tiempo (meses) puede ser  
cero

K = Constante función de la relación entre costo de mantener inventario  
y costo de pedir. Varía de 5 a 12 y se ha encontrado como el más ló-  
gico valor 10 para "C" en pesos Moneda Nacional y 5.3 para "C"  
en Dolares.

E = Existencia piezas

BO = Piezas pedidas y pendientes de surtir

$$MD = \frac{12}{MVP}$$

$$E_{min.} = \frac{DA}{MD}$$

$$MVP = F+T+Te+R \text{ meses.} \quad LE = K \sqrt{\frac{DA}{C}}$$

$$E_{\max.} = E_{\min.} + LE$$

Se pide cuando

$$E_{\min.} \geq E+OB \quad \delta \quad E+OB \leq E_{\min.}$$

CPP = Cantidad por pedir =  $E_{\max.} - E - BO$  Pzas.

- - - - -

Estas fórmulas solo son como guía para determinar de primera intención los máximos y mínimos; pero después de la práctica y sobre estadísticas de -- Almacén, se pueden modificar y reducir con buen criterio para reducir al - mínimo la inversión en almacén.

#### Modo de comprar Materiales Equipo Auxiliar y Repuestos

Para adquisiciones de costo considerable se preve en formas de Requisiciones, tomar y registrar dos ó tres cotizaciones de proveedores diferentes para seleccionar la que más convenga.

Y en el caso de repuestos es muy importante que persona responsable revise pedido que hacen los mecánicos para verificar,

- a) Que el catálogo consultado es correcto.
- b) Que datos y especificaciones que proporcionan son correctos y completos.
- c) Para ver que no se pidan repuestos que no se justifican ó - que facilmente y a mucho menos costo pueden hacerse en el taller.
- d) Separar las partes que como tornillería, empaques, sellos, filtros, baleros, retenes, bandas etc. no es necesario pedir precisamente al representante ó distribuidor del fabricante de la máquina; que abundan en el mercado y pueden conseguirse directamente con otro fabricante a mucho menor costo si se dan la especificación y datos necesarios.

Y antes de pasar requisiciones al Departamento de Compras se pasan al Almacén para que marque y aparte las refacciones que tiene en existencia, y solo Compras hará pedido - por lo restante.

De los conjuntos para mantenimiento que recomiendan los proveedores, conviene seleccionar las partes -- filtros, sellos, empaques etc. que pueden adquirirse a mas bajo precio y lo restante pedir separadamente fuera del 'kit.'

METODO GUIA, SOLO APROXIMADO PARA DETERMINAR EN PLANTA AREA REQUERIDA PARA EL ALMACENAJE DE REFACCIONES DE MAQUINARIA Y SU ACOMODO.

CI = Costo inventario de refacciones mantenidas en almacenaje Dls.

CA = Capacidad de almacenaje Dls./m<sup>2</sup> ≈ 4600.

A = Area para almacenaje  $\frac{CI}{CA} = m^2$

La capacidad de almacenaje varia y depende :

a) Del tipo de casilleros

b) De las diferentes refacciones que se van a almacenar

Y todavía hay que prever espacio para expansiones futuras.

Del inventario total por almacenar la distribución se puede considerar como sigue:

Un 84% será de refacciones almacenables en casilleros.

Un 12 % de repuestos de formas especiales y 4% de piso o casilleros por ser muy pesadas y voluminosas.

Para el 84% que requieren casilleros de fabricacion normal se considera que por cada uno de 90 cm. de frente ..Se pueden almacenar Dls. 6,000 de repuestos especiales, que no deben exceder de 2.21 m de altura. A esa altura se alcanza cualquier refacción sin usar escalera.

De preferencia deben ser desarmables, modificables y metálicos para mejor aseo.

Se anexan dibujos de varios tipos de anaqueles que se pueden modificar de acuerdo con necesidades, con gavetas, cajones ó ambos.

Casilleros para partes o conjuntos más voluminosos y pesados pueden hacer se de perfiles de acero estructural o de madera.

En el área total requerida se podrá almacenar más de refacciones de tractor que para implementos, por su mayor costo en relación con su peso.

Para movimiento y acomodo serán buenos auxiliares:

Una o dos escaleras de aluminio resistentes.

Dos o tres carretillas diablos con ruedas. hule.

Una mesa carro ligera con ruedas de hule.

Y para repuestos pesados si es necesario:

Garruchas de cadena de 1/2 Ton.

Un carro plataforma baja con llantas hule y barra tiro

En casos extremos:

Montacarga de 2 Ton.

Grúa viajera o vigueta con diferencial de cadena en carro, para 2 Ton.

El área calculada para almacenaje no incluye oficinas ni mostradores; - solo pasillos de acceso.

## COMBUSTIBLES, SU ALMACENAMIENTO Y MANEJO

Numerosas averías de motores, sobre todo los de diesel por su delicado sistema de inyección, se deben al uso de combustible contaminado con impurezas o agua debido al poco cuidado en su almacenamiento y manejo.

Además, no cualquier combustible diesel debe usarse. Debe conocerse - periódicamente su análisis de impurezas que no pueden apreciarse a -- simple vista, así como ciertas características, a saber:

<u>Viscosidad</u>	No menor de 35 segundos Saybolt a 38°C., máximo 50 segundos
<u>Punto de Inflamación</u>	No menor de 43 °C. y no mayor de 66 °C., para - combustible diesel más viscoso.
<u>Punto de Combustión</u>	Que no debe confundirse con el anterior, debe ser solo 3° a 4° <sup>C</sup> superior al de inflamación.
<u>Punto de Congelación</u>	Cuando ya no fluye como líquido, debe ser 5° a 6° C por abajo de la mínima temperatura a la que van a funcionar los motores Para lugares donde temperatu ra mínima no llega a ser inferior a los 15°C. el- punto de congelación no debe ser arriba de: 6°C. para invierno ni de 17° para verano..
<u>Indice de Cetano</u>	Que determina la rapidez de encendido (inflamación). Los fabricantes prescriben un indice de 50 como <u>con</u> veniente y además económico.

### Máximos de impurezas permitidos

Azufre	0.5 %
Residuos incombustibles	2 %
cenizas	0.02%
Agua	0.05%
Residuos carbónicos	0.25%

El combustible diesel debe tener cierta viscosidad para que funcione como lubricante en la bomba de inyección y no tan viscoso que no fluya libremente en conductos y no pueda atomizarse para una combustión perfecta y - sin humos.

El punto de congelación sube con el contenido de parafina y el proceso de eliminación es costoso en el proceso de refinamiento.

El tiempo disponible para la combustión en un motor diesel es muy corto y si el punto de inflamación se retrasa con bajo índice de cetano, y el motor golpetea.

Si el encendido es rápido se produce deflagración (combustión muy activa) que tampoco conviene. El índice de cetano puede alcanzar valor de 70 - hasta 75 pero a costa de mayor precio del combustible.

El contenido de azufre es nefasto porque en los gases de combustión determina el anhídrido sulfuroso del que no deja de pasar algo hacia el carter no obstante los anillos de los pistones y:

- 1ª En contacto con humedad forma ácido sulfúrico muy perjudicial para las piezas del motor.
- 2ª Además el anhídrido sulfuroso en contacto con el aceite lubricante forma depósitos que obturan los filtros y dificultan la circulación del aceite por los cojinetes.

Los residuos incombustibles bajan el rendimiento del combustible, dejan en las válvulas y otros órganos del motor materias pegajosas ó abrasivas. Sin embargo casi todos los combustibles tienen algo de estas materias -- difíciles de quemar a la temperatura a la que se efectúa la combustión.

Las cenizas son productos minerales incombustibles del aceite crudo que desaparecen mientras más refinado es el producto.

Son abrasivas y desgastan prematuramente los dispositivos de inyección que son de alta precisión y muy delicados.

Los residuos de carbono se van acumulando por capas sucesivas en válvulas y escape de los gases.

A veces son blandos y fácilmente los arrastran los gases de escape, otras veces son difíciles de eliminar y abrasivos.

En un aceite diesel ligero de 31 segundos el contenido de carbono no debe superar el 0.05%; pero aumenta con la viscosidad y para 35 S.S.U. puede ser hasta 0.25% como se cito ya.

No solo la humedad incorporada en el combustible sino el agua que recogen los depósitos por condensación en las paredes, de la humedad ambiental, que inevitablemente entra por respiraderos y aún por tapones de que parecen herméticos debido al vacío interior que se produce por descenso de temperatura, es perjudicial por lo que se dijo ya antes.

Por esto el combustible debe reposar cuando menos 48 horas en cualquier recipiente antes de servirse de él para abastecer un motor, para dejar que sedimentos y agua más pesados queden en el fondo.

Por esto es que los depósitos grandes estacionarios de preferencia deben ser cilíndricos, horizontales y montarse con su fondo en pendiente de 2.5 a 3%. Ver croquis adjunto de una instalación subterránea para almacenes permanentes y en la superficie para almacenes de obra temporal.

Esta instalación de superficie tiene la ventaja de resultar más económica y disponerse como muestra el dibujo en terreno escalonado, para llenar por gravedad también.

En el caso de instalación subterránea el vaciado se hará con una bomba manual de reloj que además mide lo que bombeó, o con bomba especial medida eléctrica.

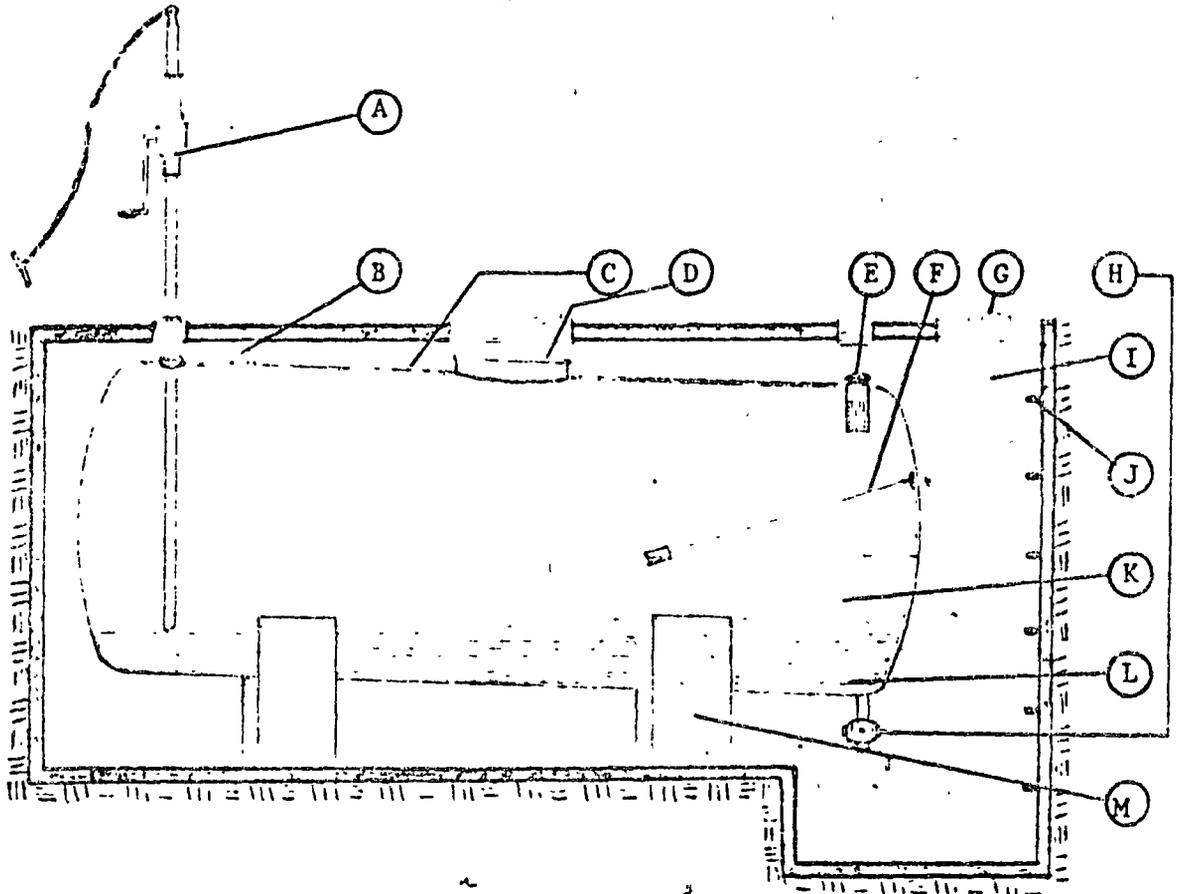
En ambos tipos de instalaciones los tanques de almacenamiento deben tener:

- 1.- Válvula inferior de purga en la parte mas baja para drenar periódicamente agua y sedimentos o vaciar en caso de limpieza interior.
- 2.- Agujero de hombre para entrar a limpieza.
- 3.- Orificio de llenado con cedazo filtro. Que puede servir además, quitando codazo, para medir nivel de combustible con una simple varilla en una emergencia.
- 4.- Indicador de nivel permanente, eléctrico o mecánico, de flotador.
- 5.- Bomba o válvula de acción rápida de vaciado que debe tomar el combustible a una altura de 6 a 7 cm. del fondo del tanque.
- 6.- Respiradero con tapón que evite entrada de agua y polvo mediante filtro.
- 7.- Si es posible, techar el lugar.

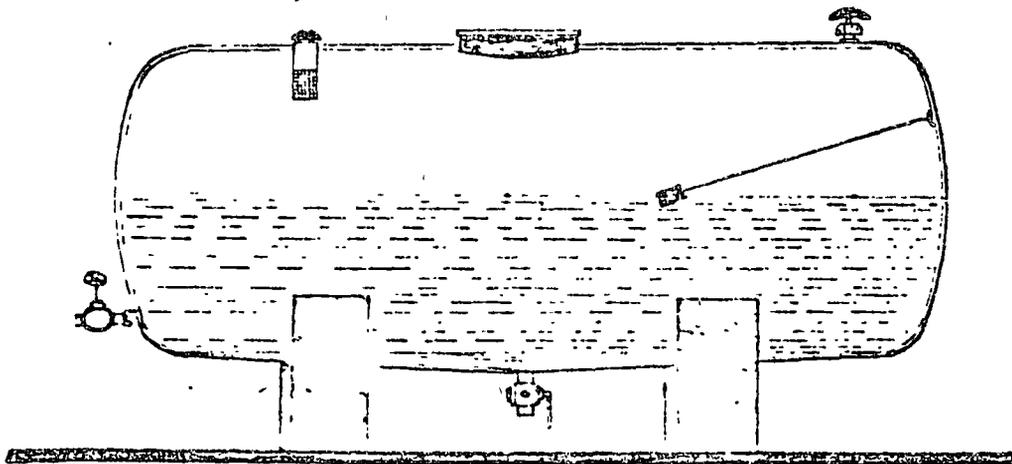
El manejo y servido de combustible a las distintas unidades se puede hacer por manguera con recipientes portátiles vertedores con marca de capacidad de no más de 20 lts. y provistos de tapas que eviten contaminación del contenido en trayecto.

Ver los que se recomiendan para lubricantes.

O bien con tanques sobre camión (pipas) que llevarán los mismos elementos y requisitos que los tanques estacionarios y ademas conductores para des-



CORTE DE UN DEPOSITO DE COMBUSTIBLE SUBTERRANEO, CON DESCARGA -  
POR MEDIO DE BOMBA MANUAL, CON DECLIVE LONG. DE 3%.  
A).-Bomba Manual de Combustible B).-Respiradero C).-Recipiente  
D).-Entrada para Limpieza E).-Orificio de Llenado F).-Indicador  
de Nivel G).-Puertas de Acceso H).-Válvula de Purga I).- Fosa -  
J).-Escalera de Acceso K).-Combustible L).-Agua M).-Base.



CORTE DE UN DEPOSITO DE COMBUSTIBLE EN SUPERFICIE, CON VALVU-  
LA DE DESCARGA POR GRAVEDAD, CON DECLIVE CENTRAL DE 6%.

carga de electricidad estática a tierra.

Deben evitarse trabajos de soldadura o hacer fuego cerca de recipientes con combustibles.

Y deben pararse los motores mientras se les abastece de combustible.

Conviene colocar letreros muy visibles señalando los lugares donde se tiene almacenado.

### LUBRICANTES, SU ALMACENAMIENTO Y MANEJO

Una buena lubricación es factor importantísimo en la conservación y rendimiento del equipo, al que desgraciadamente no se le dá la importancia que merece.

Resulta una mala economía pretender adquirir lubricantes baratos o no -- querer gastar en el correcto almacenaje y manejo de los mismos, que siempre se traducen a fin de cuentas en gastos exagerados de mantenimiento.

Como en el caso de los repuestos para una máquina, debe tenerse en cuenta para los lubricantes que durante el período de garantía que dá el fabricante se use exclusivamente lo que este recomienda.

Pasado el período de garantía conviene reducir al mínimo el número de lubricantes distintos en uso, con lo que se logran las ventajas siguientes:

- 1a.- Menor espacio requerido para el almacenaje.
- 2a.- Menor número de elementos para su manejo.
- 3a.- Simplificar rotulación, su uso y hasta control de almacén y cartas de lubricación.
- 4a.- Evitar errores por parte de los encargados de mantenimiento en la aplicación de lubricantes cuando son muy diversos para aplicaciones similares.

Naturalmente que en esta simplificación del número de lubricantes debe intervenir el Ingeniero Superintendente responsable del Equipo auxiliado por el técnico que designe el proveedor.

Para esta simplificación del número de lubricantes en uso y de su uso y control, ayudan mucho:

###

1.- La formulación de una tabla indicadora de lubricantes, adoptados y sus aplicaciones generales en los tipos de mecanismos, engranajes y chumaceras más usuales en el equipo de construcción sin necesidad de citar localización precisa ni máquina de que se trata.

Esta será una buena guía para saber lo más pronto posible al llegar una nueva máquina que no se conoce -- que lubricantes se pueden aplicar en sus distintas -- partes de los ya adoptados y aún elaborar la tabla de lubricación.

2.- Para evitar confusiones entre los trabajadores de poca preparación al usar los nombres complicados de fábrica de los lubricantes como: Martak 3, Havoline 30, Crater Compound, Medium, etc., etc. (que además cambian al adoptar substitutos) al formular vales al almacén, -- hacer que olviden estos nombres y fijar a cada tipo de lubricante un número económico lo más simple posible y cuando mucho agregado de una letra que distinga a lubricantes similares pero con alguna característica o aditivo para uso especial.

Ejemplo: 1,2,3 hasta 6 basta para grasas 7,8,9,10, - etc. para aceites (que fluyen) y dejar, digamos del 21 22, etc. en adelante para lubricantes de aplicación especial y poco uso.

Y otro ejemplo, aceites semejantes de viscosidad S.A.E. 30 mineral puro y el serie 3 especial para motores -- diesel serían digamos 9 y 9A.

Esta numeración además simplifica rotulación para identificación en almacén, aún en tarjetas y cartas de control y en máquinas mismas sobre todo las estacionarias para indicar lugar de aplicación y lubricante.

3.- Y dotar al Almacén y Departamento de Compras de otra tabla con los números de lubricantes en uso y 3 6 4 -- equivalentes de cada uno en distintas marcas con sus --

nombres de fábrica por los que se piden.

Como sugerencias para minimizar lubricantes, se usa mucho.

- 1.- Una sola grasa que se llama de uso múltiple para toda clase de chumaceras planas, de rodamiento, articulaciones y rótulas.
- 2.- Un solo aceite para lubricación por baño, salpicamiento, de circulación a presión, por anillo, etc., de viscosidad media S.A.E. 30 y se adopta para todo el mejor de uso especial para servicio pesado Serie 3.
- 3.- Un solo aceite grueso tipo asfáltico (negro) compuesto de buena calidad para engranajes y cadenas de baja velocidad cubiertos o semi-cubiertos, roles, pistas y cables.

Así se pueden reducir todos los lubricantes de más movimiento a cuando mucho 2 grasas y 6 a 8 aceites.

De uso especial serían:

Solubles para máquinas herramientas

Y de transformador para aparatos eléctricos (que no es propiamente un lubricante pero puede servir también como tal).

#### ALMACENAJE Y MANEJO

Se requerirá como ya se indicó una bodega especial separada que puede constar de 3 secciones separadas:

- 1.- Almacenaje de recipientes de lubricantes de donde se está despachando.
- 2.- Sección donde se guardan los tambores de reserva con lubricantes.
- 3.- Sección para almacenaje de solventes, pinturas, estopa, etc. donde se puede tener pequeña provisión de gasolina, petróleo etc.

Las tres secciones con rotulación adecuada para rápida identificación de lo que ahí se guarda.

En la primera sección se dispondrán los tambores de aceite para despacho en posición horizontal sobre bancos largos de madera ó metal, provistos de válvula especial de acción rápida para despacho, de 1 1/2"

Tambores de grasa se pueden tener en posición vertical ó en soportes articulados para inclinar a voluntad.

Y como auxiliares para movimiento de tambores convienen:

- a) Una grúa vigueta viajera con diferencial de cadena para 1/2 T.
- b) Una carretilla cuna para más fácil transporte de los tambores de 200 lts. de un lugar a otro.
- c) Gancho especial para levantar tambores con agua.

Además:

- d) Charolas para abajo de cada tambor de despacho para recibir escu<sup>r</sup>rimiento accidental de las válvulas.
- e) Tarimas longitudinales parrillas de madera delante de los bancos de despacho para tránsito más seguro del personal y evitar resbalones.

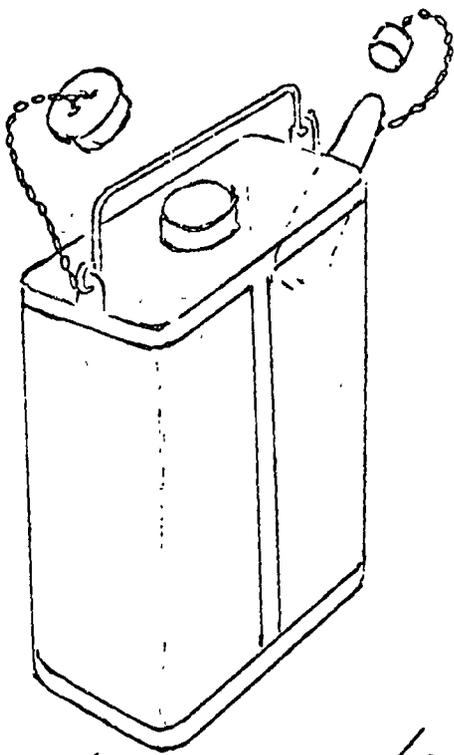
Para transporte y manejo de lubricantes de la bodega al punto de aplicación - convienen los siguientes elementos para evitar su contaminación:

- 1.- Aparte de para grandes obras y frentes de trabajo distantes el uso de camiones con equipo completo de lubricación y accesorios.
- 2.- Jarras de 20, 10 y 5 lts. medidores para despacho en bodega.

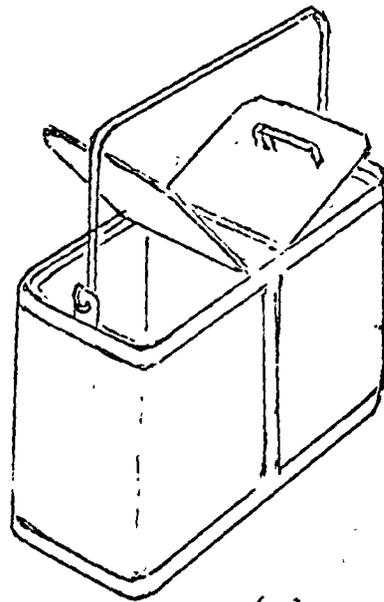
Para pequeños almacenajes y aplicación en frentes de trabajo

- 3.- Botes jarras vertedores de 20 lts. para aceites.
- 4.- Botes portatiles para 10 Kg. de grasa.
- 5.- Botes jarra vertedores para 3 lts. aceite.
- 6.- Aceiteras de mano de 1 lt.
- 7.- Cubetas de engrase a presión para aceite de transmisión y para grasa
- 8.- Cajas muy portatiles para grasa de 2 Kg.

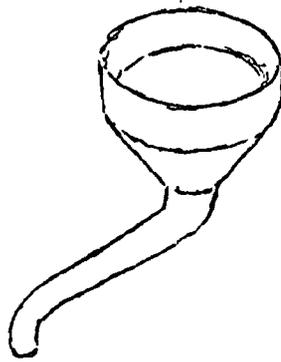
(Ver croquis adjunto de todos estos elementos)



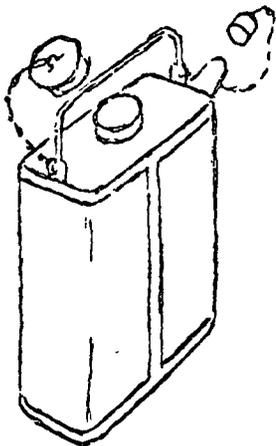
1.- Bote para aceite  
20 lts



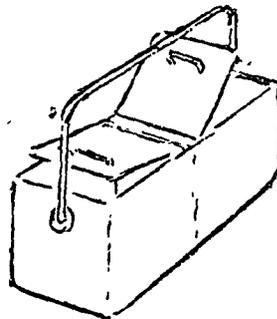
3.- Bote para 2 grasas  
10 Kg.



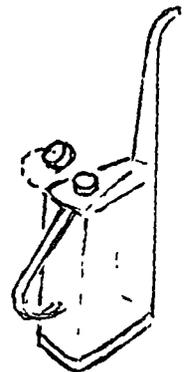
8.- Embudo



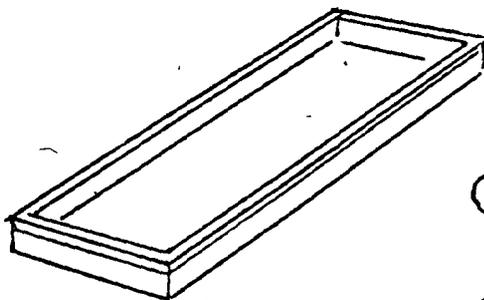
2.- Bote para aceite  
3 lts



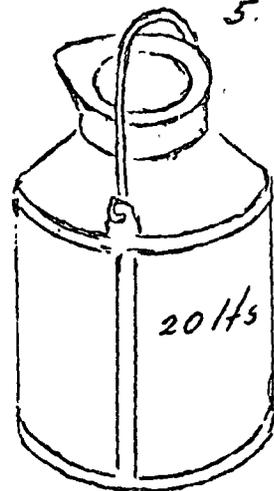
4.- Caja para  
2 grasas, 2 Kg.



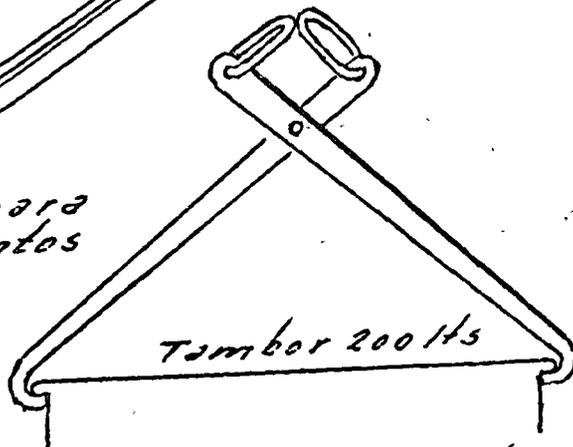
5.- Aceitera



7.- Charola para  
escurrimientos



6.- Recipientes  
Medidores para  
liquidos



9.- Pinza para levantar tambores

Los recipientes para transportar lubricantes, la experiencia ha demostrado resultan muy prácticos y duraderos diseñados reforzados con fleje y de forma rectangular para mejor acomodo en cómodas o cajones.

Todos los lubricantes deben protegerse lo más posible de la humedad que les es muy perjudicial, aún puede entrar a los tambores bien tapados.

#### CONSEJOS PARA MANEJO Y CUIDADO DE OTROS MATERIALES

Otros materiales que se apilan como latas hasta de 19 lts., sacos, tabiques, etc. a la intemperie ó bajo techo se descargan de camiones y estiban fácilmente ó colocan en estantes abiertos, acomodados sobre tarimas como se muestra en croquis, de madera muy resistente y debajo de las cuales éntran las uñas del estibador automotriz ó montacarga, tarimas que además aíslan paquetes de cartón o materiales higroscópicos, de humedad, si se estiban sobre el piso, y permiten ventilación.

Tanto para materiales como para partes en bultos muy voluminosos, deben dejarse suficientes áreas pasillos entre los lugares de colocación ó anaqueles para movimiento de personal ó estibadores ó de las mismas piezas para sacarlas fácil y rápidamente a mano.

Flechas largas y perfiles metálicos; se colocan y retiran fácilmente de --- soportes con perchas superpuestas o en amazones metálicos, conviniendo poner perfiles más pesados en la parte interior.

Materiales laminados rígidos como plásticos, vidrios, etc. quedan bien en - muebles con gavetas estrechas verticales .

Otros laminados flexibles y delicados como empaquetaduras, hules, hojas corcho etc. se conservan extendidos horizontales en gavetas horizontales.

Tornillería y accesorios, seguros, etc. ferretería pequeña y repuestos pequeños no delicados al amontonarse, en gavetas pequeñas encajonadas abiertas.

Siempre todas estas gavetas, cualquiera que sea su forma, no tan estrechas que - no quepa una mano.

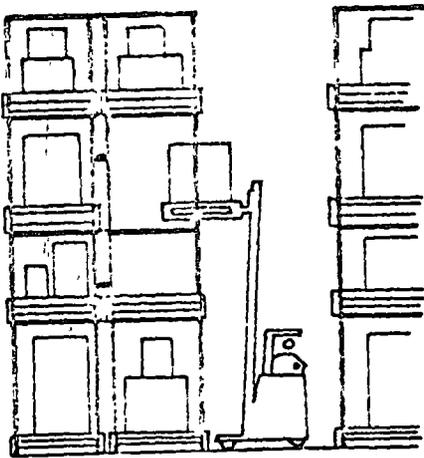
Piezas o repuestos muy chicos en cajones.

Se anexan dibujos de varios tipos de anaqueles metálicos que son de fabricación estandar y modificables a gusto según las necesidades para gavetas o cajones iguales ó diferentes ó ambos.

### SISTEMA DE TARIMAS

Proporciona gran volúmen de almacenamiento de materiales de dimensiones grandes.

El manejo de los materiales se realiza por medio de montacarga para -- trabajo general.



SISTEMA DE TARIMAS

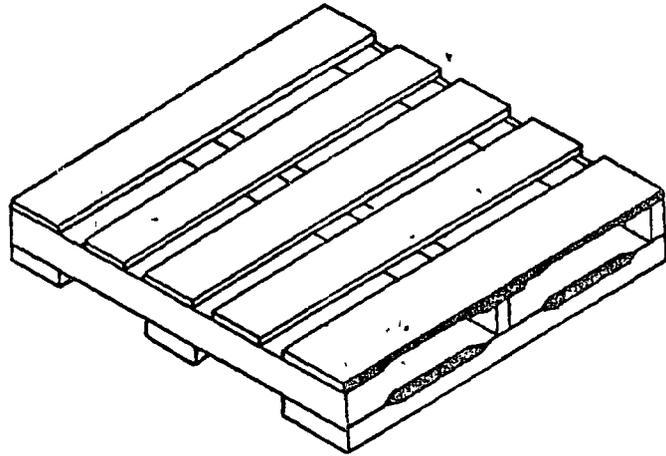
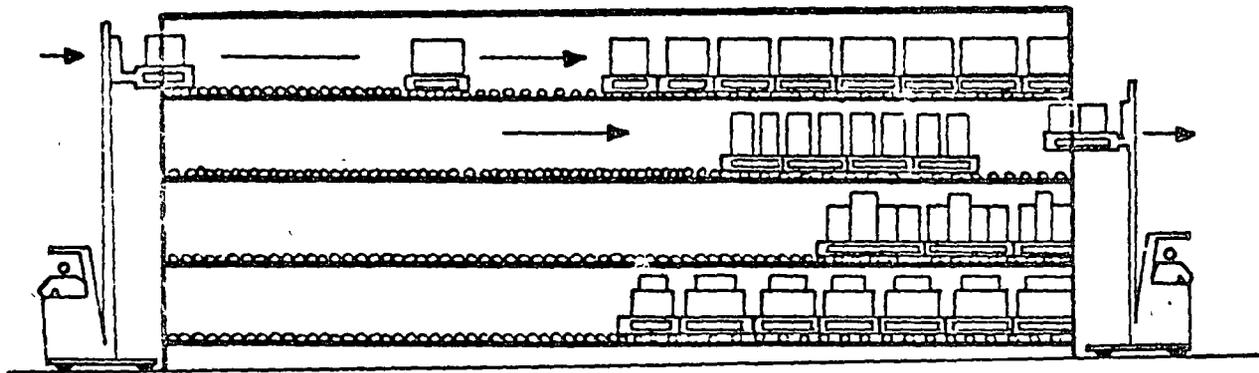


FIGURA NUM. I



SISTEMA DE TARIMAS CON UNA SERIE DE TRANSPORTA-  
DORES DE GRAVEDAD.

EN LA Fig. I Y II SE  
ILUSTRAN LOS DOS TIPOS  
MAS USUALES DE TARIMAS.

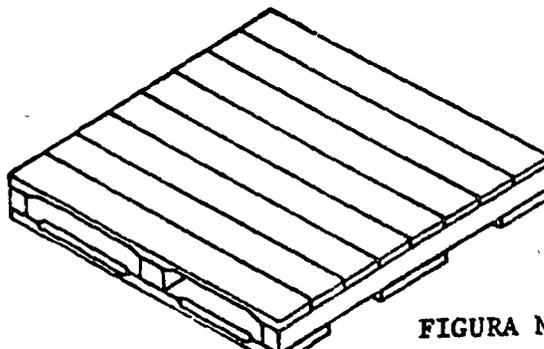
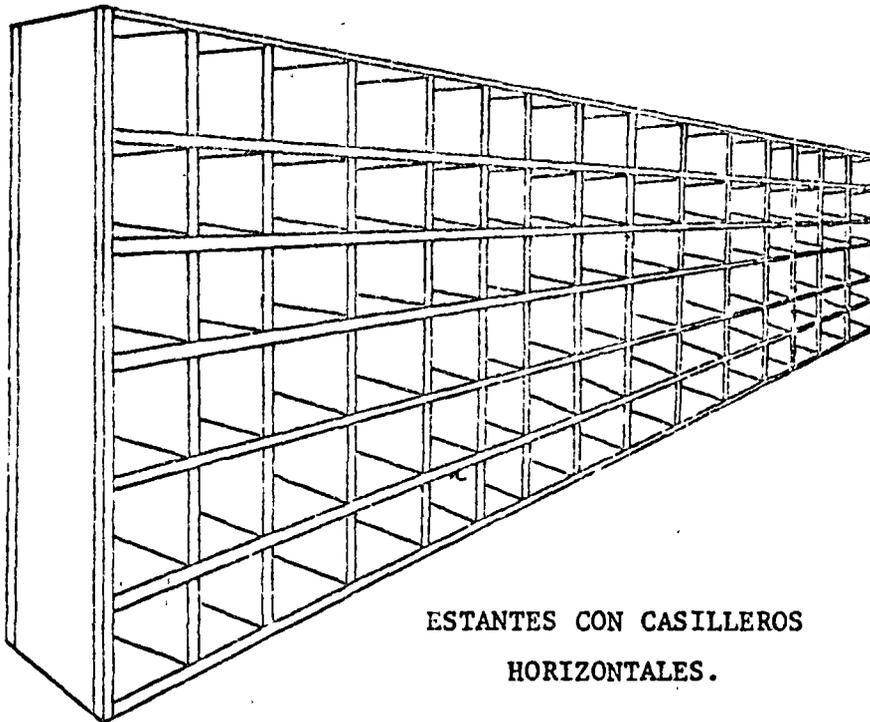


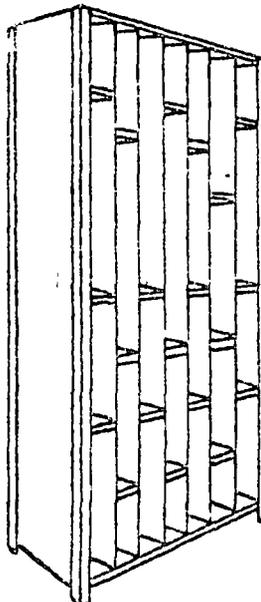
FIGURA NUM. II

### ESTANTES ESPECIALES

Estos estantes especiales son utilizados para un mejor aprovechamiento del espacio del almacén.



ESTANTES CON CASILLEROS  
HORIZONTALES.

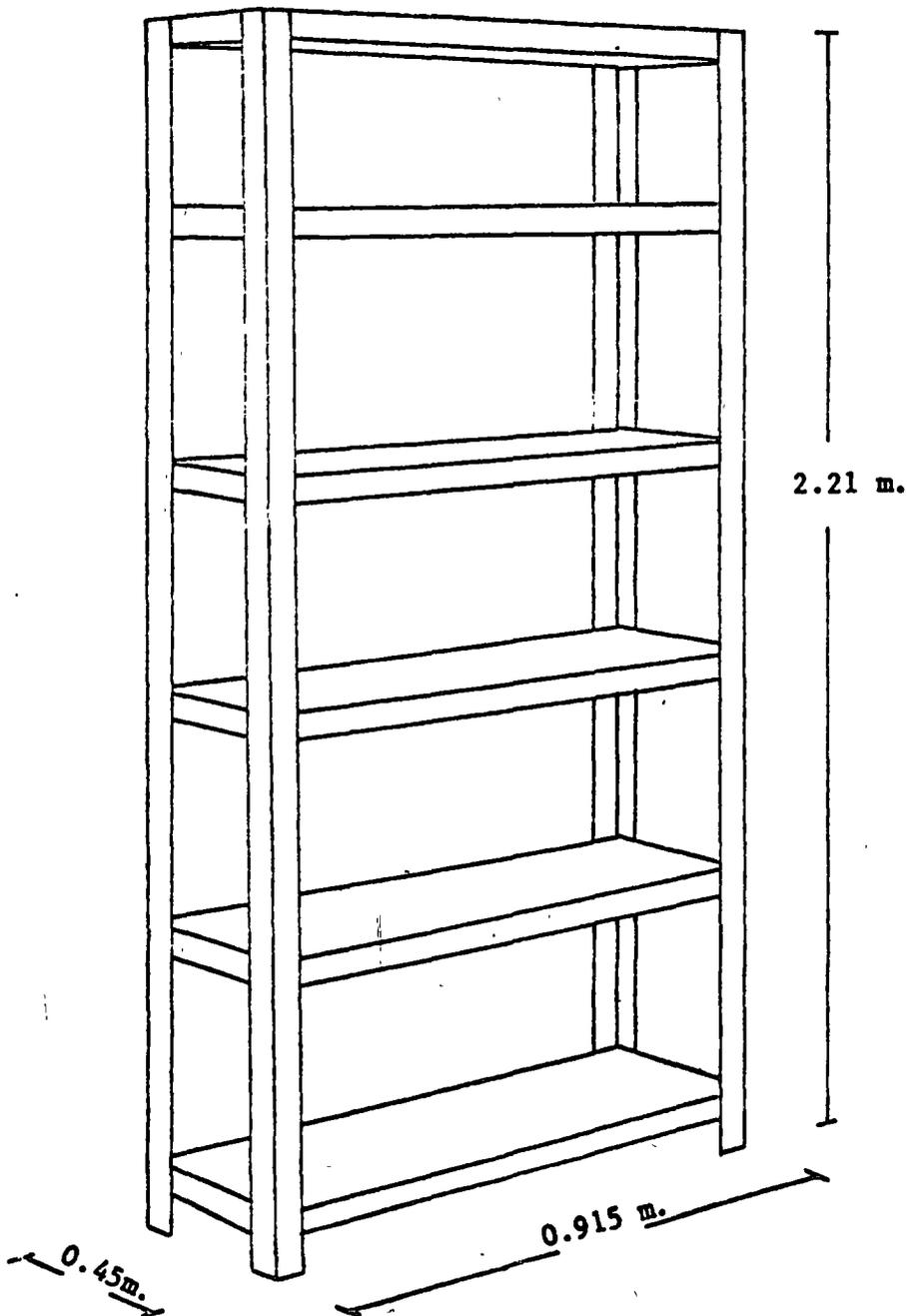


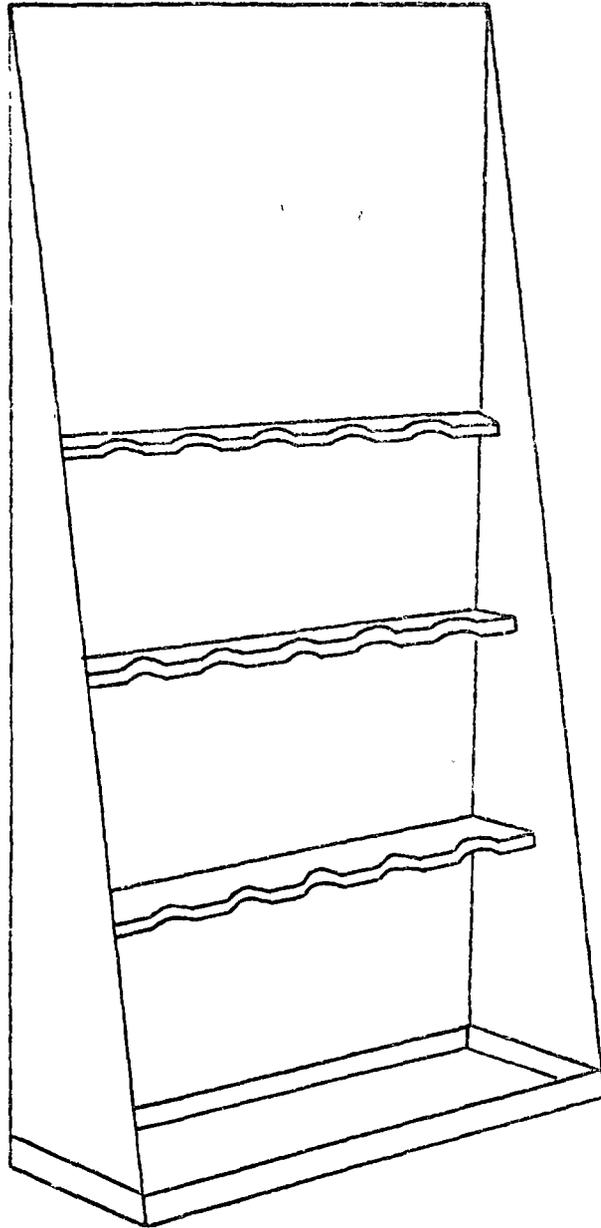
ESTANTES CON CASILLEROS VERTICALES Y CON  
DIVISIONES.

### ESTANTE ESQUELETO

Estas sencillas unidades resuelven una amplia variedad de necesidades de almacenamiento. Además de su empleo por si mismas, algunos modelos de estantes con las mismas dimensiones y carga pueden unirse en serie para formar unidades continuas.

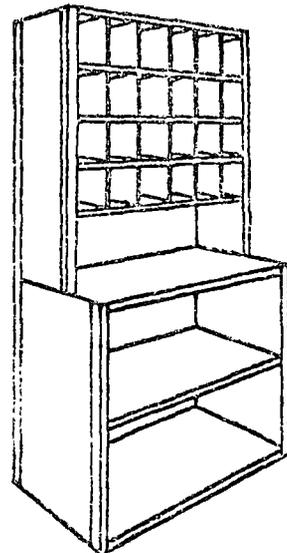
La capacidad de carga fluctua entre los 75 Kg. a 200 Kg. entre paño, la altura que deberán tener no debe sobrepasar los 2.30 m. para un mejor manejo del almacenista.





ESTANTES ESPECIALES  
PARA  
FLECHAS.

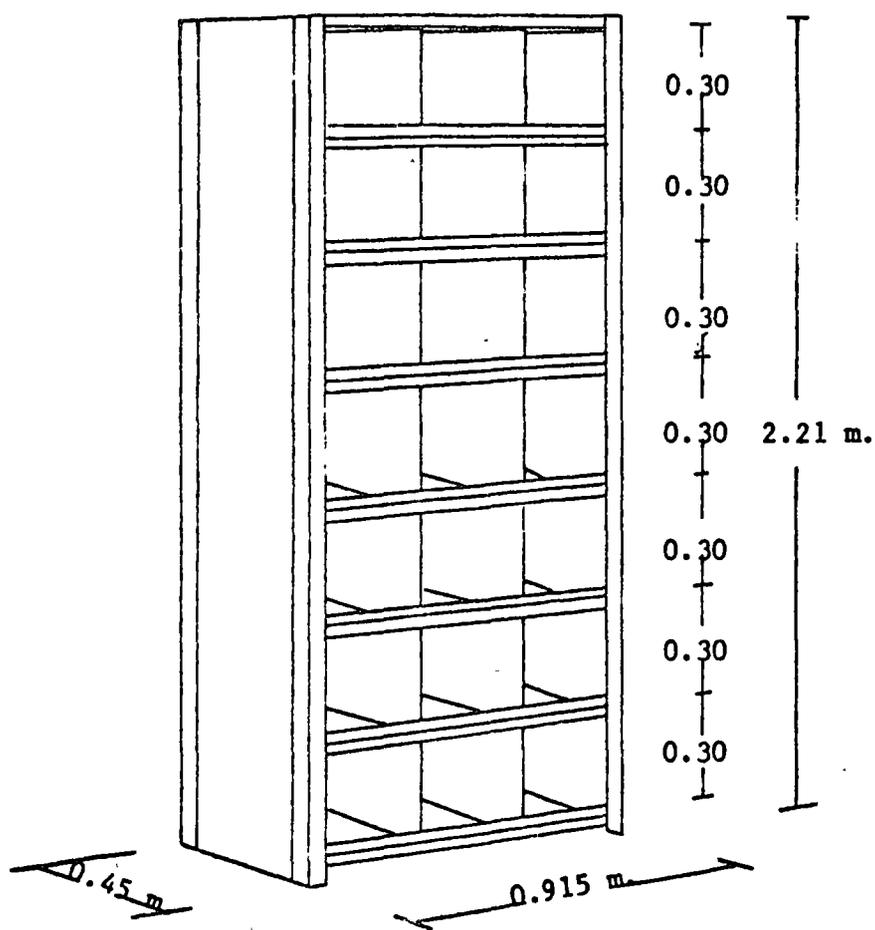
ESTANTE CON REPISA.



## ESTANTE CON DIVISIONES

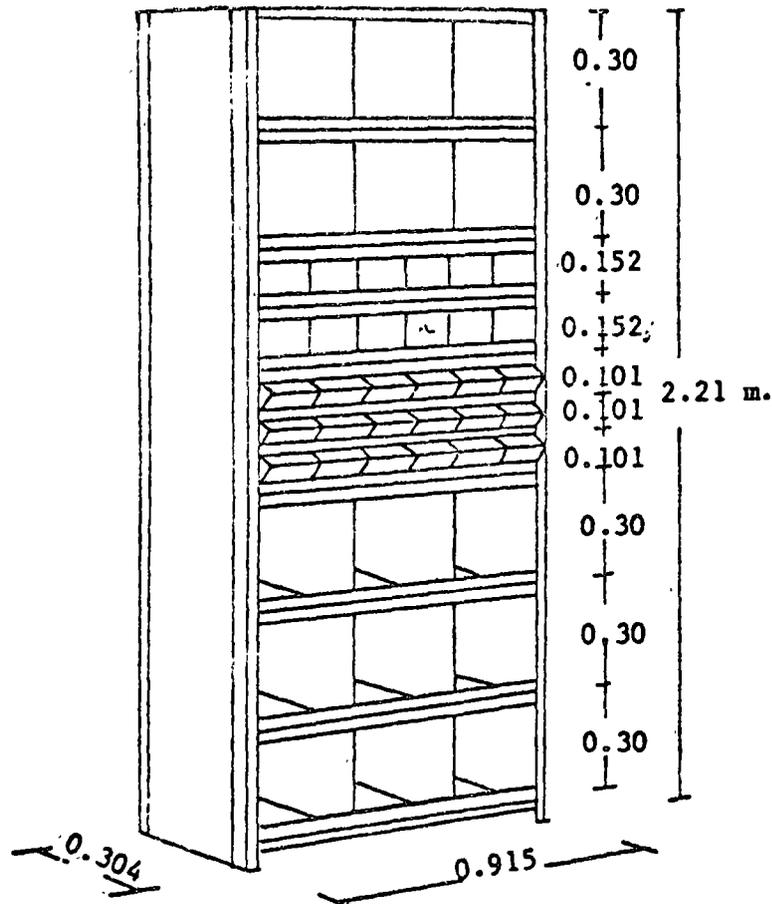
Unidad practica para almacenamiento de materiales de dimensiones no muy grandes.

Este anaquel se puede usar como unidad o como parte de una serie de estas.



### ESTANTE CON CAJONES Y ENTREPANOS

Estas unidades son de tipo económico, ya sea que lleven separaciones preconstruídas o espacio para un número específico de cajones removibles o ambos. Este anaquel es posible utilizarlo en la forma descrita, o bien como parte terminal de una batería.



### SOLDADURAS

Las soldaduras en su almacenaje requieren cierto cuidado ya que algunos revestimientos son muy higroscopicos y toman humedad del ambiente .

En gavetas abiertas lo más fácil es colocarlas con sus diferentes tipos separados, con extremos hacia el frente y mantener a cierta temperatura con un foco en la parte de arriba.

En almacenes grandes se instala un horno donde se guardan los electrodos para soldadura.

## BIBLIOGRAFIA

Los apuntes que se proporcionan estan basados

- 1° En disposiciones vigentes en Instructivo para Almacenes de Ingenieros Civiles Asociados, S.A. incluyendo formas principales en uso para control.
- 2° Datos y fórmulas para determinación de existencias mínimas y máximas en Almacén, lote o cantidad económica por pedir, etc. proporcionados por el Departamento de Refacciones de Maquinaria Panamericana, S.A. que a su vez tomó de Mr. Tony Reed de E.B.S. P.O.BOX 5606TA Denver, Colorado.
- 3° Consejos para compra y almacenaje de Repuestos y Manejo de Almacenes para Proveedores de Repuestos de Maquinaria editados en los Estados Unidos de Norteamerica y proporcionados por Proveedores en México (MAPSA).
- 4° De consejos generales sobre el tema contenidos en "Parts Management", publicación oficial de la Asociación Americana de Distribuidores de Equipo.
- 5° Datos sobre combustibles y lubricantes tomados de la obra: "Máquinas para Obras" de A. Gabay J. Zemp.

ALGUNAS CONSIDERACIONES  
SOBRE LOS ESTADOS FINANCIEROS

Entre los estados financieros básicos, quisiera mencionar los siguientes:

Balance general, que también se conoce como Estado de Situación Financiera y el Estado de Resultados o de Pérdidas y Ganancias.

A continuación harémos algunas observaciones sobre los puntos que consideramos que ustedes como administradores de la construcción deben poner énfasis y ya que el impacto de los mismos en la administración financiera es básico.

BALANCE GENERAL

Dentro de este estado financiero, se pueden hacer dos grandes clasificaciones, la primera es el activo, que es la lista de los bienes y derechos propiedad de la empresa y el pasivo y el capital, que en última instancia no son sino la clasificación de la propiedad de los bienes incluidos en el activo. El pasivo por supuesto representa propiedad de terceros, y el capital lo que es propiedad de los accionistas o socios.

Dentro del activo, la cuenta de caja y bancos debe reflejar necesariamente las disponibilidades de efectivo que no tengan ninguna restricción, ya que si se presenta alguna limitación en su uso no debe incluirse, como son los fondos en garantía depósitos, etc., que no son de libre disponibilidad.

Un segundo renglón consiste en las cuentas por cobrar, que en la Industria de la Construcción tiene características especiales, especialmente en aquellas empresas que emiten estimaciones

de obra exclusivamente hasta el momento en que se acuerda el pago parcial de la misma.

Desde un punto de vista financiero, es sumamente recomendable, que dentro del renglón del grupo "Cuentas por Cobrar", se incluya la cuenta "Avances de obras", la cual reflejaría el porcentaje de avance de las obras contratadas, de acuerdo con la estimación hecha por los técnicos que correspondan.

Más adelante, daremos un análisis más profundo de este concepto, pero repetimos, consideramos que el no reflejar un Balance y consecuentemente en un Estado de Resultados el avance de las obras, no permite saber en un momento determinado, la situación financiera de la empresa y mucho menos determinar el resultado de sus operaciones.

Básicamente consideramos que estas dos cuentas, es decir "Cuentas por cobrar a cliente" y "Avance de obra", constituyen los renglones más importantes del grupo de cuentas por cobrar, también se presentan los llamados deudores diversos, que en muchas ocasiones son dolores de cabeza para los ejecutivos de las empresas, puesto que representan anticipos para gastos, préstamos a empleados u otras partidas, que si bien en algunas ocasiones representan partidas recuperables en muchas otras no lo son.

Es muy recomendable que ustedes como encargados de la administración, revisen periódicamente el análisis de la composición de estas, y que la política que establezca para los anticipos para gastos o gastos por comprobar, se controlen en forma tal, que no se continúen registrando en deudores diversos, aquellas partidas que ya siendo gastos son reflejadas como un activo, dejando de cargar a gastos partidas perfectamente identificables.

Otro renglón de singular importancia consiste en los inventarios.

Dentro de la industria de la construcción, son inventarios pueden en alguna ocasiones representar partidas de importancia, pero en la mayoría de las empresas representan materiales de construcción adquiridas para ser utilizados en las obras contratadas y adquiridas con fondos proporcionados por el cliente.

Una partida que tradicionalmente se registra como activo circulante, es la de pagos anticipados, que consiste en aquellos servicios que habiéndose pagado anticipadamente se van a recibir en el curso de un año, y por lo tanto deben cargarse a resultados conforme se vayan devengando para no distorsionar los resultados afectando en un solo período el pago de los mismos, ya que el beneficio se sentirá durante un lapso prolongado de acuerdo en lo que cada ocasión se contrate.

También existen los almacenes de refacciones, que generalmente se encuentran en la zona donde la empresa esta realizando sus actividades, pudiendo ser tanto un almacén centralizado, como diferentes almacenes en las zonas de trabajo.

Independientemente de la política implantada para cada caso, consideramos de suma importancia desde un punto de vista de la administración financiera.

1. El establecimiento de controles adecuados, con el objeto de que los intereses de la empresa salvaguardados evitando la sustracción indevida o sin contar con la adecuada autorización.
2. Implantación de sistemas adecuados tanto de verificación, con el objeto de que la valuación que se haga periódicamente y especialmente al fin de año sea equitativa.

3. Establecimiento de los controles que permitan detectar en un momento determinado cual es el material obsoleto, que en manera alguna debe formar parte del valor del inventario, con el objeto de que sea castigado.

De la experiencia que hemos tenido en la industria de la construcción consideramos que este renglón provoca muchos dolores de cabezas, y por lo tanto recomendamos ampliamente que ustedes revisen en cada caso cuales son aquellos controles establecidos, con objeto de que de acuerdo con el volumen y valor de sus inventarios reexaminen su situación actual y determinen la necesidad y conveniencia de hacer los ajustes a estos controles.

Dentro de la cuenta del activo fijo, destaca por su importancia el equipo de construcción, ya que por la movilidad que se presenta en muchas obras es notable que puedan extravíar piezas físicamente grandes y de bastante valor o que en muchas ocasiones se pierda el control y no se sepa donde están físicamente localizadas.

También este renglón resulta un área de suma importancia el revisar los controles, puesto que para realizar ciertas operaciones como es solicitar préstamos a las Instituciones de Crédito, nos hemos encontrado que muchas de ellas están solicitando un amplio y detallado análisis del activo fijo. En ocasiones los solicitarán para verificar la garantía del préstamo, pero en muchas otras ocasiones la requieren con objeto de ser el estudio de la capacidad de pago.

Con base en lo anterior, consideramos de suma importancia que se lleve en las oficinas centrales de las constructoras, un control que permita determinar en cualquier instancia el modelo de cada unidad, el año de adquisición y las características de la misma y

su localización física así como su valor en libros.

También es muy importante que cuando hay piezas hechizas, es decir modificadas o manufacturadas dentro de talleres propios o agencias, se lleve el control de los mismos.

Creemos que estos son los principales conceptos del activo, que tradicionalmente el activo se ha clasificado en diferentes formas, en las cuales sobresalen por su importancia dos, el circulante que comprende todas aquellas partidas que se opone que en el curso de un año se van a convertir en efectivo, y el fijo, que comprende aquellos elementos necesarios para que la empresa lleve a cabo sus funciones.

En cuanto al pasivo, consideramos interesante el que se ponga énfasis en la separación de los diferentes conceptos de adeudo.

Consideramos de principal importancia en que distingan los documentos por pagar a instituciones de crédito que pueden ser tanto nacionales como extranjeras.

Los anticipos de los clientes, los documentos y cuentas por pagar a proveedores.

Las cuentas por pagar por servicios prestados y por último los pasivos acumulados que se refieren a los conceptos que mensualmente se tiene que pagar como Impuestos sobre Ingresos Mercantiles, impuestos retenidos, cuotas al Seguro Social, al INFONAVIT, luz, teléfono, etc.

Creemos que dado que estos renglones tienen la característica de adeudos a cargo de la empresa, generalmente no se presentan los problemas tan agudos como en el activo pero si podemos hacer algunas recomendaciones.



Desde un punto de vista de la administración financiera, consideramos que es importante el control de los documentos tanto por cobrar como por pagar. Establecer los procedimientos de custodia y eventual cancelación cuando se trata de documentos por pagar es de una importancia definitiva, sin embargo, en nuestro medio es una práctica relativamente extendida ser relativamente poco cuidadoso en la observación de estos procedimientos.

En cuanto al capital contable, generalmente se clasifica dentro de los siguientes conceptos.

Capital social, que representa el que este aportado o reinvertido según las escrituras constitutivas y sus subsecuentes modificaciones.

La Reserva Legal y la de Reinversión que representan utilidades realizadas no repartidas.

Las utilidades o pérdidas de ejercicios anteriores, y la utilidad o pérdida del ejercicio.

A grandes razgos hemos visto las principales partidas del balance general y como resumen diremos que consideramos y aquí es una opinión personal, que por lo general el balance es recomendable que sea lo más claro y concreto y que esto significa que no sea excesivamente detallado y extendido lo que a pesar de proporcionar información evita en muchas ocasiones el dar una imagen en conjunto.

#### Estado de resultados o de Pérdidas y Ganancias.

Indiscutiblemente que este estado tiene una enorme importancia para todos los administradores profesionales y en el caso de ustedes, presenta complejidades muy grandes ya que para determinar tanto el avance de la obra como el de su respectivo costo, deben

solucionar una serie de problemas tanto de caracter técnico como de información.

Desde un punto de vista teórico, lo ideal consiste en que por una parte pueda determinar con exactitud el avance de obra y aplicar dicho porcentaje contra el monto contratado, lo cual representaría el ingreso bruto de la obra y por otra parte efectuar los costos por aquellas erogaciones de material, mano de obra y otros indirectos incurridos en forma tal que la base para comparar los mismos con los ingresos respectivos sea semejante.

Debemos hacer hincapié que al proyectar el porcentaje del avance de obra, puede multiplicarse al mismo por el monto contratado con el cliente, pero respecto al costo debe tomarse definitivamente el incurrido y no el estimado, ya que hacerlo sobre la última base mencionada puede significar desagradables sorpresas para la administración de la empresa, al determinarse las diferencias entre el costo presupuestado y el efectivamente incurrido.

Al llegar a este punto quisiera hacer hincapié, que consideramos que siendo la contabilidad una parte de la administración de todas las empresas, la información que produce debe tener como finalidad básica permitir a los ejecutivos tomar las decisiones que requieran con objeto de corregir aquellas desviaciones en que se esten incurriendo.

Consideramos que es desgraciadamente demasiado frecuente que por la falta de comunicación que es tan común en nuestra épocas, se divorcie la toma de decisiones con la información financiera, llegando a presentarse duplicidad en los registros del avance de obra y en algunos casos las informaciones de la obra no es comparada con la aplicación contable, con la consecuente deficiencia de información.

Analizando los ingresos, también consideramos que debe tenerse cuidado al aplicar los costos de un proyecto contra los ingresos del mismo, independientemente de que la obra no este concluida al finalizarse un ejercicio, y evitar situaciones en las que al terminarse el ejercicio se considere como utilidades los anticipos o depósitos de los clientes, inclusive ciertas estimaciones presentadas, y que el costo de las mismas se registre como un costo por aplicar a ejercicios futuros. Esta situación como es obvio requiere el control individual por obra.

Consideramos que para las obras que no estan concluidas al finalizar un ejercicio, como norma es más adecuado registrar la totalidad del ingreso y costo de una obra hasta que sea aceptada por el cliente. Reconocemos que si la obra lleva un tiempo muy largo, pudiera significar un diferimiento de las utilidades o posiblemente pérdidas con los subsecuentes efectos, pero volviendo con lo mencionado en el punto anterior, consideramos más importante que se cuide la estructura de la empresa y dado las sorpresas que pueden producirse al concluir una obra, el aplicar las utilidades que arrojan estados financieros sobre obras no concluidas, puede significar en términos reales una efectiva descapitalización de la empresa, situación que de ninguna manera es recomendable y menos en la época inflacionaria que estamos viviendo.

Existe otro punto que es interesante tomar en cuenta, consiste en la conveniencia de aplicar los ingresos y costos de una constructora de acuerdo con el giro de las actividades, es decir clasificarlo en obras sector público y obras sector privado y obra para clientes industriales y para otros clientes, en fin, tantas variedades que en los casos que aquí se presentan pudieran significar

una gran gama de opciones.

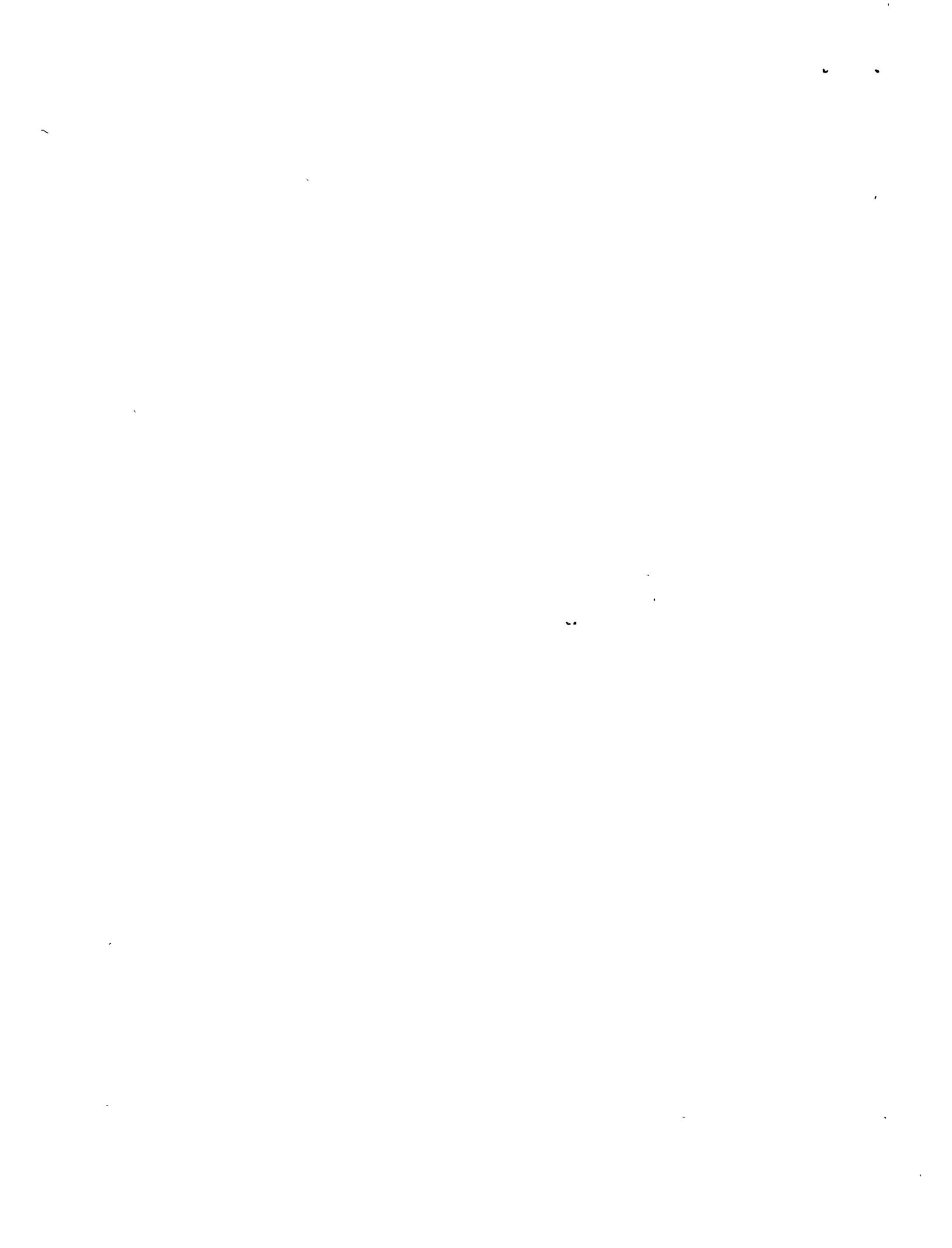
Consideramos muy válida y muy conveniente hacer esta separación, pues los resultados de la misma permitirían informar a la administración respecto a los márgenes y la contribución a utilidades por los giros de las actividades, en forma tal que pueda ponerse énfasis en aquellas actividades que proporcionan los mayores rendimientos y reorganizar o abandonar aquellas líneas cuyo costo no se justifica.

Aún cuando en teoría resulta fácil la comprensión del control presupuestal nos hemos encontrado que su aplicación puede tener problemas generalmente humanos y que en muchas ocasiones es una falta de comprensión y comunicación entre las diferentes áreas involucradas en el control.

Visualizamos este control como un proceso por el cual el superintendente de obras perfectamente concientizado del presupuesto con que se cuenta para la misma, de las limitaciones y opciones que se presentan, se la proporcionan en formas preestablecidas por la empresa, una base para que con cierta periodicidad, que generalmente se recomienda sea semanal, informe de las variaciones entre el costo presupuestado para material y mano de obra y otros gastos contra el efectivamente incurrido.

Existirán mil variedades y alternativas para presentar una forma y lo que pretende es simplemente ponernos de acuerdo respecto a los puntos que consideramos necesarios en dicha información.

La complejidad del control estará sujeta a la capacidad del personal para llevar el control, como para analizar y obtener conclusiones válidas, asimismo es importante el giro específico de la empresa y la duración de las obras que se contraten.



Por último, quisieramos recomendar que este control del costo estimado y el incurrido, que también necesariamente deberá de informar respecto a la utilidad bruta realizada y a los programas de requerimiento de efectivo debe circular a las personas adecuadas con el fin de que se enteren de la capacidad de tomar las medidas correctivas a la brevedad posible en beneficio de los intereses de la empresa. No consideramos que el hermetismo sobre esta información sea conveniente. Recomendamos que se analice cuidadosamente cual es la información que efectivamente es util y la forma en que se esta proporcionando.

Respecto a las demás partidas del estado de resultados, indiscutiblemente que tienen importancia en su control y que aún cuando no son situaciones tan especiales las que se presentan dentro de la Industria de la construcción, si es necesario revisar las posibilidades de una sana administración financiera.

Dentro de las partidas del estado de resultados e independientemente de la forma de registro, quisieramos dedicarle un tiempo al problema de la participación de utilidades.

Como ustedes recordarán fué publicada en el Diario Oficial de la Federación la Resolución por la cual se modificó radicalmente el método para determinar la participación de utilidades a los trabajadores.

Para las empresas cuya reglamentación fiscal es regular respecto a la situación prevista por la Ley, se decretó que para efectos de la Resolución deberían repartir el 8% de la utilidad gravable por el Impuesto al Ingreso Global de las Empresas.

En las empresas que tributan a base de cuota fija, como es el caso de muchas constructoras, el procedimiento para determinar la a quedado establecido como sigue:

1. Con base en el impuesto definitivamente incurrido se deberá localizar en la tabla del artículo 34 aquel ingreso global gravable que le corresponda.
2. Dicho ingreso global gravable, deberá multiplicarse por el 8% a fin de determinar la participación que efectivamente corresponde a los trabajadores.

Para las constructoras que tributan a base de cuota fija, según los cálculos que se desprenden a continuación, representa para aquellas que por haber realizado obras por \$ 21,000.000 o más significan impuesto retenido por \$ 30,000.00 equivalente a una utilidad gravable de \$ 1,500,000.00, estar sujeta a una participación de utilidades por la cantidad de \$ 120,000.00.

Tratando de sacar una regla simple, para aquellas empresas que tengan obras a precio alzado en exceso de \$ 21,000,000 que tributen a base de la cuota fija del 3% deberán calcular que el .57134 de sus ingresos brutos deberá destinarse al pago de la participación de utilidades a favor de sus trabajadores, independientemente del resultado de las operaciones de la constructora.

Sumando esta afectación, a la tasa del 4% que debe pagarse en las obras privadas, más el 3% del ISR, debe agregarse este factor, que en números redondos representa el 7.5%, lo que arroja el total de 7.5% sobre el monto contratado que deberá destinarse para impuestos federales y para participación de utilidades.

## TIEMPOS Y MOVIMIENTOS

Es frecuente en la industria de la construcción delegar la responsabilidad de planear y dirigir la obra en empleados que carecen de conocimientos de dirección.

El uso de sistemas adecuados de control de actividades proporciona un panorama más amplio del trabajo que se desarrolla, reduciendo la posibilidad de "pasar por alto" o ignorar detalles de importancia.

El integrar en la toma de decisiones al personal obrero, sobrestantes e ingenieros proporciona una motivación para el trabajo. Existen empresas que no reconocen los nuevos métodos tendientes a incrementar la productividad, producto del desarrollo industrial, excusándose que "Mi trabajo es diferente a todos los demás".

Los directivos que piensan de esta manera no aceptan la infinidad de operaciones repetitivas simples, que se realizan en forma rutinaria todos los días, despreciando las utilidades que se obtendrían mejorando los sistemas repetitivos.

Para lograr adecuadamente los beneficios del control por medio de observaciones de tiempos y movimientos, se requiere seguir los siguientes pasos:

1. Llevar un registro de trabajo.
2. Analizar detalladamente el procedimiento utilizado.
3. Buscar nuevos métodos.
4. Desarrollar el mejor método.
5. Implantar el nuevo método lo más rápido posible.

Antes de analizar cada uno de los pasos descritos, es conveniente señalar algunos conceptos básicos:

### Clasificación de Actividades.-

Al observar al trabajador en la realización de una actividad, se le puede clasificar como:

1. trabajando
2. ocioso



Con esta clasificación se logra determinar el número de hombres que está trabajando de la totalidad de los observados. Se considera que si el porcentaje de actividad es menor de 60% habrá que analizar cuidadosamente la operación para realizar las mejoras pertinentes. En caso de obreros calificados se puede exigir porcentajes mayores de actividad.

El problema está en definir a quién se considera "trabajando" y a quién "ocioso" ya que esto dependerá del tipo de trabajo que se realiza.

Para clasificar a la persona observada como "trabajando" deberá estar realizando alguna de las siguientes actividades:

1. Deteniendo o acarreando materiales
2. Participando en trabajos físicos como:
  - a) medir, trazar, anotar datos, dar instrucciones,
  - b) sostener algún cable, escalera, andamio,
  - c) operar alguna máquina.
3. Discutiendo el trabajo (si se está seguro de eso).

El que no esté realizando ninguna de las actividades antes señaladas será clasificado como "ocioso".

Para realizar una medición o clasificación se debe considerar:

- a) La utilización de contadores mecánicos; con uno se contará el total de hombres observados y con otro el total de obreros clasificados como trabajando.
- b) La cuenta debe cubrir por lo menos el 75% de los obreros, pudiéndose contar en forma separada las diferentes áreas o trabajos específicos.
- c) La persona que realiza la cuenta no deberá ocuparse de otra actividad que no sea la indicada.
- d) La clasificación debe ser hecha al instante de ver al trabajador, el observador no debe modificar la clasificación especulando acerca de si el sujeto estuvo o estará trabajando un momento antes o después de ser observado.
- e) La persona que realiza el conteo debe conocer el procedimiento y los motivos para hacerlo.

- f) Para que sea representativo del nivel promedio de actividad los conteos no deberán hacerse cercano a las horas de entrada o salida.
- g) Al porcentaje obtenido se le incrementará del 5 al 10% para considerar al personal Técnico y Administrativo.

Ejemplo:

Número de trabajadores	132	
Total observado	122	75%
Total trabajando	59	
Porcentaje trabajando	48%	
Personal técnico y Administrativo	10%	
Nivel de Actividad	58%	

Para tener resultados más confiables, se requiere repetir las observaciones varias veces.

#### Método de los cinco minutos.

Este método es menor exacto que el anterior pero más rápido, está basado en la suma de observaciones hechas en un período corto, las cuales son generalmente muy pocas para tener validéz estadística, el propósito principal del método de los 5 minutos es:

- 1) Crear conciencia en la dirección de la obra de las demoras en el trabajo e indicar su magnitud.
- 2) Medir la efectividad de una cuadrilla.
- 3) Indicar con mayor exactitud donde un análisis más detallado puede generar mayores ahorros.

Este método identifica demoras:

- a) Demoras que afectan el progreso del trabajo, ejemplo: Falta de material, equipo, malos métodos constructivos, interferencia de actividades, etc.
- b) Demoras que no afectan el desarrollo del trabajo pero que repercute en el costo; ejemplos: dos hombres ejecutando el trabajo que podría realizar uno, utilizar mas maquinaria de la necesaria.

Para que sea aceptable la observación, las personas que

se encuentran trabajando no deben darse cuenta de que son observados, para evitar que actúen fuera de lo normal.

La medición del tiempo se puede realizar a un grupo o subgrupo si este es numeroso, siendo la observación a cada grupo de 30 segundos hasta varios minutos y deberá anotarse la relación de demoras o inactividad con respecto al total observado.

Si más del 50% del tiempo medido está inactivo se anotará en el cuadro correspondiente como "demora"; si el porcentaje es menor del 50% se anotará como trabajo efectivo. La suma de los intervalos-hombre anotados como trabajo efectivo entre el total observado nos dará el porcentaje de efectividad de la cuadrilla analizada.

La duración de las observaciones no debe ser menor de 5 minutos, recomendándose que el número de minutos sea igual al número de hombres.

#### Medición de la productividad.

Este método tiene la ventaja que no solamente clasifica al obrero en estar o no trabajando, sino que nos indica si la persona realiza un trabajo efectivo, de apoyo o inefectivo.

trabajo efectivo.- Es el proceso de añadir algo real a la unidad que se está construyendo, como es el caso de: excavar, cimbrar, habilitar fierro, colar, colocar tabique, etc.

trabajo básico de apoyo.- Es el trabajo necesario de apoyo para realizar una actividad productiva, como: transporte de materiales, manejo de camión vacío para ir a cargar, medición de piezas para cortarlas o doblarlas, erección de andamios, escuchar instrucciones, etc.

trabajo inefectivo.- Es no hacer nada, muchas actividades que se realizan en una obra son de este tipo de trabajo si así se le puede llamar, como regresar al almacén a recoger material herramienta olvidada, esperar un camión, caminar con las manos vacías, realizar trabajos con herramienta inapropiada, acarreos excesivos pudiendo estar más cerca, etc.

Con la utilización de este método podemos mejorar los errores de dirección, aplicando la fórmula del Factor de utilización de mano de obra.

$$\text{F.U.M.O.} = \frac{\text{trabajo efectivo} + 1/4 \text{ trabajo esencial de apoyo}}{\text{total observado}}$$

### Registro de datos.

Para llevar un registro adecuado de datos, se requiere:

- 1) Registrar al detalle como se está realizando el trabajo.
- 2) No perder de vista el objetivo de la actividad estudiada, analizando cada detalle en relación con el objetivo buscado, poniendo atención a movimientos de maquinaria, nombres y materiales y labores que originen "cuellos de botella" o actividades inútiles.
- 3) Desarrollar un nuevo método utilizando solo los elementos de movimientos, materiales y tiempo que sean necesarios, eliminando los innecesarios.
- 4) Utilizar y controlar el nuevo método para ver las mejoras introducidas.

Para realizar un estudio detallado de la obra en base al registro de datos, conviene analizar de lo general a lo particular, para estos estudios nos podremos valer de:

Estudios con reloj.- Este método es el más común y se basa en la utilización de cronómetros. Se recomienda por ser la más barata y debe aplicarse solamente cuando se tengan pocos hombres o máquinas trabajando.

Para realizar la observación se requiere tener un cronómetro, una tabla, papel y lápiz. El estudio consiste en registrar el tiempo utilizado por cada hombre o máquina para realizar una actividad que forme un ciclo o parte de este. Para lograr la mayor eficiencia en la observación debe observarse únicamente a una persona o una máquina.

Este sistema de control puede acumular errores considerables derivados de la, puesta en marcha del cronómetro, paro y lectura, este método se puede mejorar utilizando tres cronómetros que estén conectados a una sola barra accionadora, echándolos a andar uno tras otro se logra que uno pare, otro regrese a cero

y el tercero comience a caminar.

### Estudios con Video-tape.

Este método permite filmar los movimientos de un solo elemento o toda una cuadrilla completa y proyectarlo tantas veces como sea necesario a velocidad normal o cámara lenta.

A pesar de las grandes ventajas que presenta, posee una en contra que es la principal que es el alto costo inicial, y los consumos tan alto de la cinta magnética aunados a la necesidad de contar con operador especializado.

### Time Lapse.

El método consiste en filmar las actividades por medio de una cámara de cine con selector manual de velocidad de filmación; lente zoom, control automático de exposición, pudiéndose tomar un cuadro a intervalos constantes de 1, 2 ó más segundos que nos permite al ver la película calcular el tiempo real transcurrido multiplicando el número de cuadros filmados por el intervalo entre ellos.

Los intervalos usuales de filmación son:

de 0.5 seg. a 1 seg. para actividades manuales

de 1.0 seg. a 4 seg. para equipo en movimiento

de 4.0 seg. hasta 15 seg. para maniobras y montajas.

Una vez filmada la película, para su proyección se requiere un proyector capaz de pasar a diferentes velocidades tanto para adelante como hacia atrás y contar además los cuadros por medio de un contador automático.

Entre las ventajas que se obtiene con este sistema podemos mencionar las siguientes:

- a) Grandes ahorros por concepto de película en relación con una filmación normal.
- b) Al filmarse menos cuadros se necesita también menor tiempo para ver la película además de ser controlable con la velocidad de proyección.
- c) Permite tomar registro de actividades realizadas simultáneamente por varios hombres o máquinas.

- d) Registra las relaciones existentes entre una actividad y las demás indevidas en la filmación.
- e) Representa un registro permanente y de fácil interpretación sin tener que acudir a quien lo realizó.
- f) Presenta un panorama del conjunto que permite analizar aspectos de organización.
- g) Los involucrados en el trabajo pueden apreciar y corregir sus propios errores con solo observar la película., tal es el caso de malos hábitos de los operadores, empleo de herramienta y técnica adecuada, etc.
- h) Permite la creación de una filmoteca evitando operaciones tales como clasificación y archivo.
- i) Se puede utilizar con fines didácticos para mostrar técnicas y detalles constructivos.
- j) Indiscutiblemente una de las mayores cualidades de este método es la claridad de sus registros, lo que trae implícito nuevas ventajas como:
  - j-1.-) Los registros filmados son irrefutables; aún en los casos en que el superintendente sobresaliente o maestro sea renuente a aceptar cualquier mejora a "su método" después de observar que durante las 2 ó 3 horas de filmación se repitió el mismo error continuamente no le quedará más que aceptarlo y proceder a remediarlo. Con otro tipo de método se puede siempre alegar que el registro está mal hecho o que se desconocen las condiciones reales de trabajo.
  - j-2.-) El contar con registros claros de operaciones pasadas evita costos de entrenamiento y capacitación y ahorra el tiempo utilizado en "experimentar". Cuando se trata de reparar maquinaria desconocida en la obra, de hacer montajes especiales o ajustar y operar nuevos equipos siempre resultará más económico conseguir y analizar una y otra vez la película que contenga la información deseada que perder tiempo y dinero en "experimentos" que frecuente

mente están condenados al fracaso.

Aunque el método no deja de tener las desventajas ya mencionadas por su alto costo inicial y de operación, durante el tiempo que ha sido utilizado ha demostrado que es de gran utilidad. Técnicas de filmación.- Para que el registro logrado con este método pueda ser todo lo útil que se quiere hay que tomar en cuenta las siguientes recomendaciones con respecto a las técnicas de filmación:

- a) La cámara debe estar colocada en un nivel más alto que aquel en el que se está trabajando para tener una mejor perspectiva y evitar la continua interposición de gente o maquinaria entre la cámara y la actividad filmada.
- b) Habrá que recordar que no se trata de una filmación a velocidad normal y cuando se tenga que cambiar la posición de filmación hacerlo con la suficiente lentitud para no perder la continuidad de la acción.
- c) Se deberá seleccionar la velocidad de filmación de acuerdo con la actividad observada y el detalle deseado.
- d) Es conveniente tomar vistas de conjunto antes de filmar cada actividad específica para poder tener una idea de las condiciones reales de trabajo.
- e) Mediante la introducción de rótulos al inicio de la película, se pueden anotar datos importantes como son: nombre y localización de la obra, fecha y velocidad de filmación, trabajo a realizar, especificaciones de equipo, etc., habrá que tomar en cuenta que al revelar la película generalmente se pierden los primeros y últimos cuadros para no poner en ellos los datos indicados.

- f) En ocasiones puede ser importante conocer la hora en que se realizó la filmación por la que si la cámara no cuenta con un reloj digital interconstruido para tal propósito será conveniente incluir en una esquina de la filmación un reloj de buen tamaño o de vez en cuando enfocar a un reloj de pulsera o un rótulo indicativo.
  - g) De ser posible se utilizará el trípode para que un operador pueda hacer las anotaciones adicionales que considere pertinentes y que mediante el número de cuadro o la hora se podrá analizar posteriormente.
  - h) La distancia que se coloque la cámara dependerá en última instancia de los lentes de que se dispondrá, del detalle deseado y de la actividad filmada.
  - i) Cuando se estén filmando varias cuadrillas a un mismo tiempo puede ser conveniente diferenciarlos para facilitar el análisis posterior de la película, esto se puede lograr mediante cascos de diferentes colores o formas, uniformes o algún distintivo provisional como brazaletes, etc
- De la correcta interpretación y aplicación de estas recomendaciones dependerá en mucho que la película no se convierta en una sucesión incongruente de tomas cuya utilidad sería nula para el análisis y mejoramiento de actividades.

#### Análisis informal

Se puede realizar durante una junta o reunión informal en que la película será el punto principal de la orden del día. Todo lo que se requiere es que un grupo de personas interesadas en el método, tales como ingenieros, sobrestantes e incluso trabajadores, dediquen algo de su tiempo a la sesión.

A esta técnica se le conoce como "Administración por participación" ya que cada participante aplica sus conocimientos y esfuerzo para mejorar el producto terminado se puede sustituir la autoridad por la cooperación.

Diagrama de flujo y tabla de procesamiento.

El diagrama de flujo es un croquis o bosquejo que muestra los movimientos y relaciones entre los objetos mientras que la tabla de procesamiento que lo debe acompañar es una descripción concentrada de los diferentes pasos.

El propósito primordial es hacer resaltar donde hay desperdicio de tiempo, esfuerzo y dinero por movimientos de material o métodos inefectivos.

Para simplificar la realización de estos diagramas se ha acostumbrado utilizar símbolos adaptados por la A.S.M.E. (American Society of Mechanical Engineers), con modificaciones específicas cuando la situación así lo requiere, estos símbolos son:

<u>Símbolos</u>	<u>Nombre</u>
	Operación
	Transporte
	Inspección
	Demora
	Almacenaje

Cualquier actividad que se analice puede ser siempre clasificada dentro de alguno de estos cinco estados:

1. Algo se está haciendo al artículo (operación).
2. La localización al artículo está siendo cambiada (transporte).
3. El artículo está siendo revisado (inspección).
4. El artículo está detenido temporalmente (demora).
5. El artículo está almacenado (almacenaje).

## Cartas de balanceo de cuadrillas.

Es un método eficaz para mostrar las interrelaciones entre el trabajo de cada uno de los miembros de la cuadrilla. Con el objeto de poder graficar las actividades de cada hombre o equipo que interviene en la cuadrilla analizada habrá que conocer el tiempo empleado por ellos en cada parte del ciclo en la que intervengan.

La carta de balanceo de cuadrillas es un diagrama de barras verticales que tienen como ordenadas una escala de tiempos o porcentajes de tiempo total empleado y como abscisas los nombres o descripción de cada uno de los elementos estudiados (hombres y máquinas) que serán representados cada uno por una barra. Cada una de estas barras será subdividida verticalmente en las diferentes variantes de actividad ejecutada, incluyendo los tiempos ociosos en cada ciclo. Como para cada uno de los elementos observados se construye la barra a la misma escala, las relaciones entre los miembros de la cuadrilla pueden ser vistas al comparar la actividad que cada uno de ellos está realizando en un momento cualquiera siguiendo una recta horizontal en el diagrama.

La baja utilización de una cuadrilla puede depender de muchos factores. En primer lugar y sobre todos los demás, está la incapacidad de los directivos para organizar, motivar y supervisar a los trabajadores.

Puede ser que una cuadrilla razonablemente balanceada al principio se desbalancee debido a condiciones que cambian lentamente y así una cuadrilla muy efectiva se torna ineficiente al variar los intervalos de entrega de materiales, cambiar detalles del trabajo o simplemente por el mejor rendimiento de alguno de sus miembros. Estos pequeños pero constantes factores de cambio hacen necesario el continuo análisis por parte de los directivos del tamaño de las cuadrillas y trabajo asignado a cada una para poder prevenir y evitar la distribución inefectiva de recursos.

Para lograr una mejor productividad se requiere buscar siempre nuevos métodos, es esta quizás la parte más importante de la metodología propuesta ya que de su éxito o fracaso dependerá el de la totalidad del estudio realizado, hay aquí seis preguntas básicas para analizarlas y contestadas concienzuda

mente nos darán la clave del para conocer lo que es realmente necesario de la actividad y nos indicarán las simplificaciones y mejoras lógicas que se puedan llevar a cabo; las preguntas son:

- a) ¿QUE se propone conseguir la actividad ?
- b) ¿ PORQUE es necesario hacerlo de esta manera ?
- c) ¿ CUANDO es el momento adecuado para llevarla a cabo ?
- d) ¿ COMO es la mejor manera de hacerla ?
- e) ¿ DONDE es el mejor lugar para hacerla ?
- f) ¿ CON QUE elementos es mejor hacerla ?

Si logramos que estas preguntas sean contestadas tanto por los directamente implicados en la operación analizada como por quienes no tienen nada que ver con ello y valoramos las respuestas de acuerdo con el entorno de la actividad, podremos idear infinidad de nuevas soluciones.

"SIEMPRE HAY UNA MEJOR MANERA DE HACER LAS COSAS"





# HISTOGRAMA DE AVANCES DIARIOS

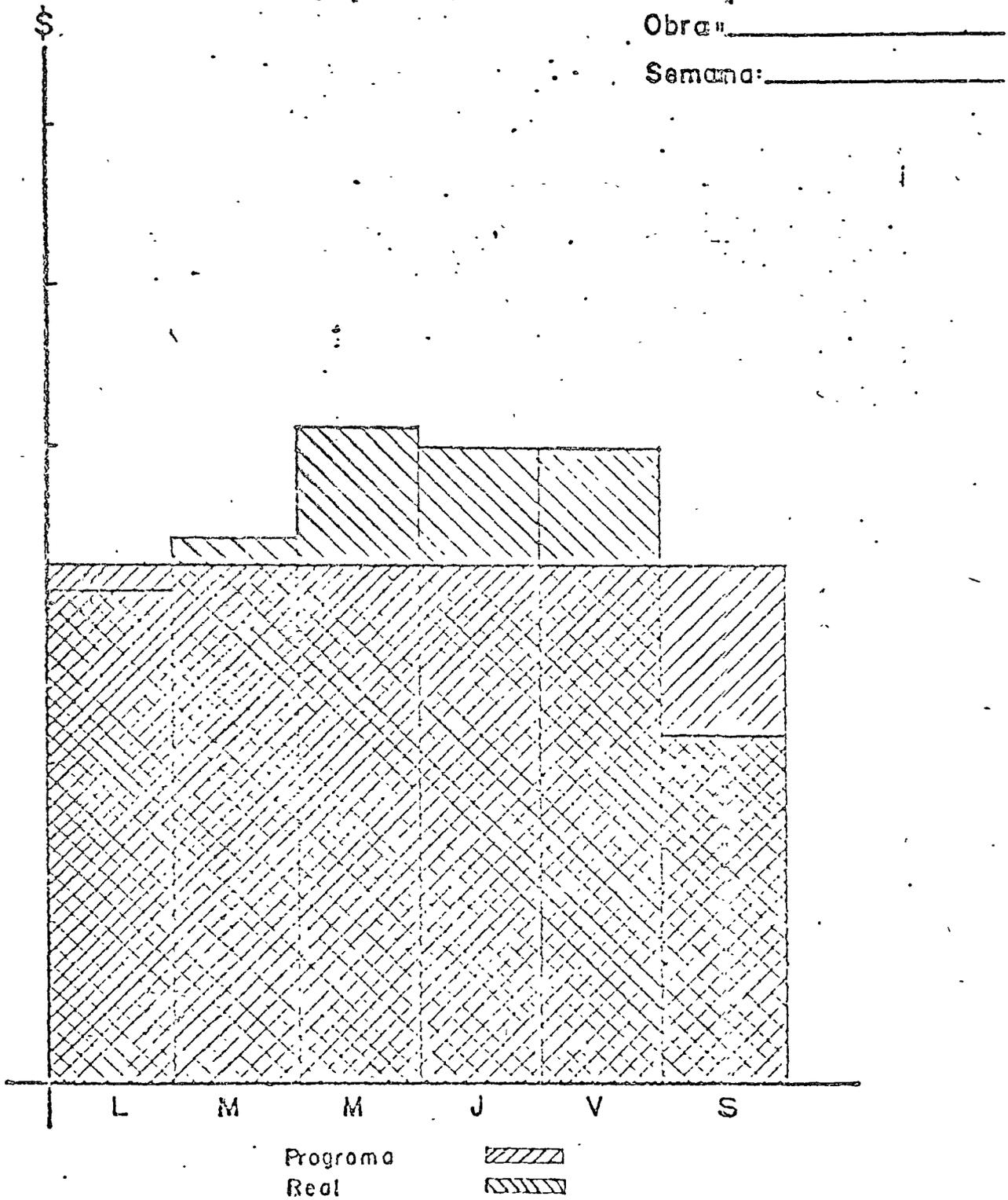
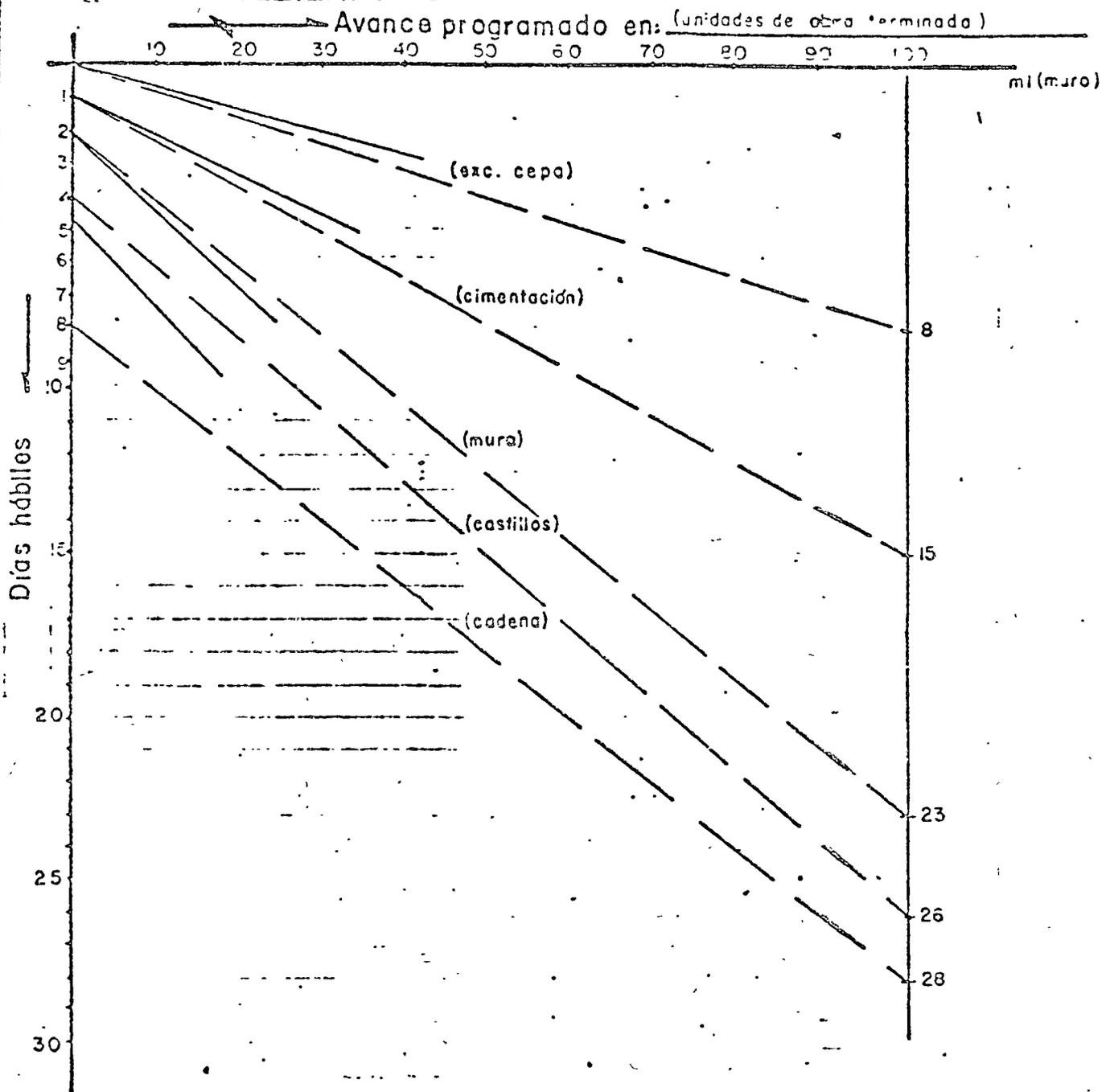


fig 3-6



# DIAGRAMA DE VELOCIDADES PARA CONTROL DE OBRAS



$$V_{(i)} = m_{(i)} \text{ (pendiente de cada actividad)}$$

Programa

Real

fig 3-6



# GRAFICA DE COSTOS DIARIOS ACUMULADOS

Mes: \_\_\_\_\_

Obra: \_\_\_\_\_

Formulo': \_\_\_\_\_

Programa

Real

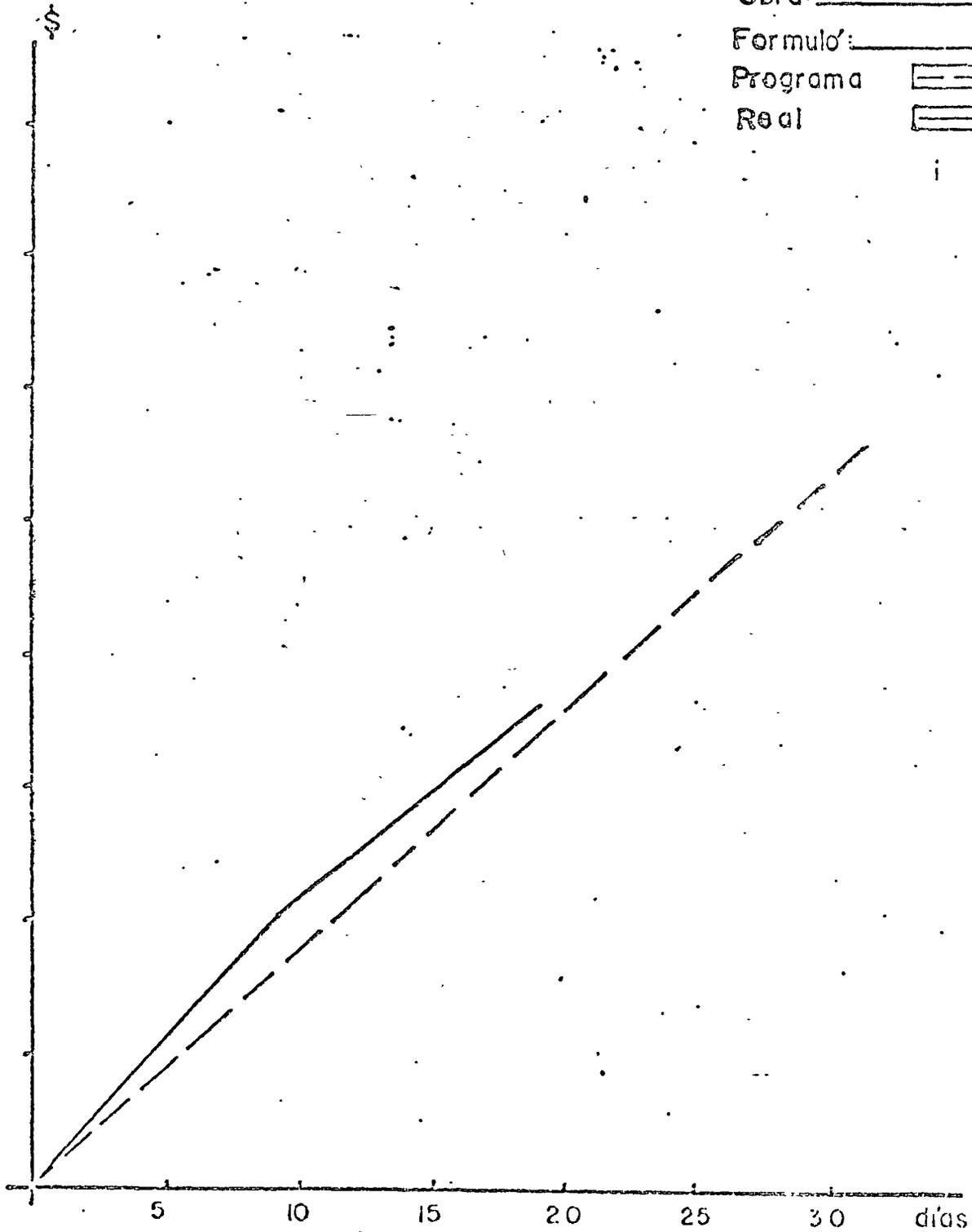


Fig 3-4

# GRAFICA DE AVANCES DIARIOS ACUMULADOS

Mes: \_\_\_\_\_

Obra: \_\_\_\_\_

Formuló: \_\_\_\_\_

Programa

Real

\$(Avance valorizado)  
o Unidades de Producción

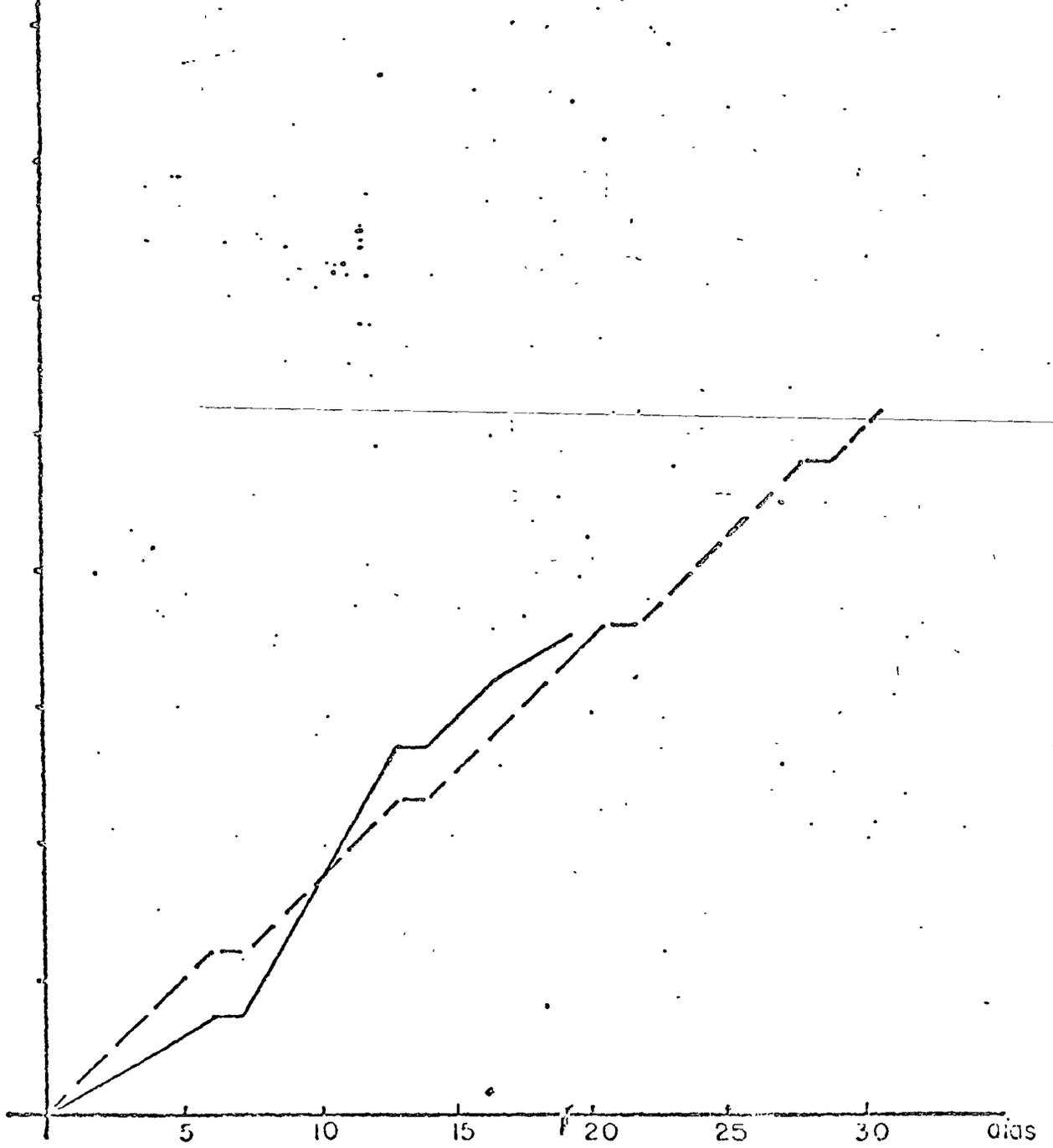


Fig 3-3

OBRA: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

TRABAJADORES: \_\_\_\_\_

TAREA: \_\_\_\_\_

LOCALIZACION: \_\_\_\_\_

PRINCIPALES DETALLES:

(CROQUIS DETALLES PRINCIPALES)

MATERIALES REQUERIDOS: \_\_\_\_\_

HERRAMIENTAS ESPECIALES: \_\_\_\_\_

OBSERVACIONES DEL TRABADOR: \_\_\_\_\_

H. INICIAL: \_\_\_\_\_

CANTIDAD: \_\_\_\_\_

H. FINAL: \_\_\_\_\_

RENDIMIENTO: \_\_\_\_\_

TIEMPO EMPLEADO: \_\_\_\_\_



## GERENCIA DE CONSTRUCCION

### PRINCIPALES RESPONSABILIDADES

1. Elaborar presupuestos, entrar a concursos, negociar y contratar nuevas obras con la aprobación de la Dirección de Construcción
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
2. Planear y programar las obras con la asistencia de la Gerencia Técnica.

### POLITICAS CORRESPONDIENTES

Se necesitará la aprobación de la Dirección General para intervenir en concursos.

Los precios unitarios autorizados para cada proyecto se concentrarán en la Gerencia Técnica y se elaborarán de acuerdo a sus lineamientos.

Se utilizarán los servicios de la Gerencia de Promoción y Desarrollo cuando lo solicite la Dirección General.

Todas las obras deberán programarse antes de su iniciación.

Se reprogramará la obra mensualmente, informándose a la Gerencia Técnica.

Se registrará en la Gerencia Técnica toda contratación local de subcontratistas y destajistas, en la Gerencia de Servicios a Obras toda contratación local de equipo en la Gerencia de Relaciones Industriales la plantilla de personal de obra y sus contratos respectivos.

GERENCIA DE CONSTRUCCION ( CONT. )

PRINCIPALES RESPONSABILIDADES

POLITICAS CORRESPONDIENTES

3. Realizar las obras dentro del presupuesto de costo, cumpliendo con los requisitos de calidad y dentro del programa de tiempo.

No se iniciarán ó incrementarán obras sin autorización de la Dirección de Construcción.

Los Gerentes negociarán objetivos iniciales con la Dirección de Construcción y se actualizarán mensualmente en base a la reprogramación.

Las obras deberán mandar a la Gerencia Administrativa y de Finanzas semanalmente la comprobación de remesa y los acuses de recibo de materiales en campo.

Todos los ingresos de obra se enviarán a la Gerencia Administrativa y de Finanzas.

Los gastos de substitución de obra deberán registrarse en la Gerencia de Administración y Finanzas.

4. Evaluar el avance, hacer estimaciones certificadas y gestionar su cobro ante al cliente.

Se deberá evaluar el avance por lo menos una vez cada mes.

Al final de cada mes se deberá tener estimado al menos el 70% del avance del mes y el 100% del avance acumulado al mes anterior.

GERENCIA DE CONSTRUCCION ( CONT. )

PRINCIPALES RESPONSABILIDADES

5. Controlar y estimar el avance de subcontratistas y destajistas.

6. Desarrollar comercialmente el área de cada Gerencia, conservando y mejorando la buena imagen de la empresa.

7. Promover siempre la cooperación y el trabajo en equipo con las demás Gerencias.

POLITICAS CORRESPONDIENTES

Los Directores de Construcción deberán autorizar los contratos con subcontratistas.

Se exigirá estimación por lo menos mensual a los subcontratistas.

Los subcontratos recomendados deberán ser autorizados por la Dirección General y registrarse en el control de gastos de sustitución de obra.



## GERENCIA ADMINISTRATIVA Y DE FINANZAS

### PRINCIPALES RESPONSABILIDADES

1. Prever las necesidades de fondos de la empresa y negociar los créditos necesarios dentro del nivel de riesgo autorizado por la Dirección General y optimizando la utilización de recursos financieros.
2. Llevar la contabilidad de la empresa y producir Estados Financieros veraces y oportunos.
3. Controlar y realizar los pagos y las cobranzas\* como apoyo a las Gerencias de Construcción.

\* Las cobranzas son responsabilidad de las Gerencias de Construcción.

### POLITICAS CORRESPONDIENTES

La Gerencia Administrativa y de Finanzas es la única autorizada a firmar documentos de crédito.

Los avances, autorizados por la Gerencia de Construcción y certificados por la Gerencia Técnica, se registrarán mensualmente.

Solo se contabilizarán las estimaciones certificadas por el residente de obra del cliente y recibidas en la oficina central del cliente para su cobro.

El pasivo por la compra de materiales se registrará al ser recibidos en obra y el cargo al costo se efecturá en base al consumo.

Se tendrá a contraer el mínimo de pasivos en obra y el máximo en oficina central.

Solamente se harán pagos en la oficina central por medio de órdenes de pago debidamente autorizadas.

GERENCIA ADMINISTRATIVA Y DE FINANZAS ( CONT. )

PRINCIPALES RESPONSABILIDADES

4. Llevar un control estricto de los activos de la empresa.
5. Llevar un control presupuestal de los gastos indirectos.
6. Solicitar y controlar las fianzas que sean necesarias.
7. Vigilar el cumplimiento de todos los requisitos fiscales de la empresa.
8. Promover siempre la cooperación y el trabajo en equipo con las demás Gerencias.

POLITICAS CORRESPONDIENTES

Los pasivos se pagarán donde se generaron.

La Gerencia Administrativa y de Finanzas es la única autorizada para canalizar solicitudes a la Dirección General de poderes para pleitos y cobranzas.

Se harán auditorías internas periódicas para asegurar que se siguen los procedimientos con contables establecidos.

Hacer en conjunto con todas las Gerencias un presupuesto anual por departamento y compararlo mensualmente contra los gastos reales.

GERENCIA DE PROMOCION Y DESARROLLO

PRINCIPALES RESPONSABILIDADES

POLITICAS CORRESPONDIENTES

1. Promover nuevas obras de acuerdo con las directrices de la Dirección General.
2. Asistir a las Gerencias de Construcción en la promoción y desarrollo comercial de sus áreas.
3. Reunir información sobre el gasto público y privado en construcción evaluando la posición de la empresa e identificando nuevos mercados.
4. Promover siempre la cooperación y el trabajo en equipo con las demás Gerencias.

## GERENCIA TECNICA

### PRINCIPALES RESPONSABILIDADES

1. Aprobar los concursos, presupuestos y programas de obras, supervisando que estén de acuerdo con los estándares establecidos y dando la asesoría que sea necesaria.

2. Vigilar que se midan avances y se hagan estimaciones mensuales.

### POLITICAS CORRESPONDIENTES

Se necesitará aprobación de la Dirección General para intervenir en concursos.

Los precios unitarios autorizados para cada proyecto se concentrarán en la Gerencia Técnica y se elaborarán de acuerdo a sus lineamientos.

Todas las obras deberán programarse antes de su iniciación.

Se reprogramará la obra mensualmente, informándose a la Gerencia Técnica.

Se registrará en la Gerencia Técnica toda contratación local de subcontratistas y des-tajustas, en la Gerencias de Servicios a Obras toda contratación local de equipo y en la Gerencia de Relaciones Industriales la plantilla de personal de obra y sus contratos respectivos.

Se deberá evaluar el avance por lo menos una vez cada mes.

Al final de cada mes se deberá tener estimado

## GERENCIA TECNICA ( CONT. )

### PRINCIPALES RESPONSABILIDADES

3. Seleccionar y llevar control de los subcontratistas en conjunto con las Gerencias de Construcción.
4. Registrar e interpretar la información técnica de las obras y verificar su veracidad..
5. Dar asesoría técnica a las obras en cuanto a sistemas constructivos y control de calidad.
6. Planear y realizar programas de entrenamiento para el personal técnico, en coordinación con la Gerencia de Relaciones Industriales.

### POLITICAS CORRESPONDIENTES

al menos el 70% del avance del mes y el 100% del avance acumulado al mes anterior.

La Gerencia Técnica revisará los contratos en cuanto a precios y resultados anteriores del subcontratista pasándolo a la Dirección en caso de conflicto

La Gerencia Técnica revisará con derecho de veto los pagos a subcontratistas para que estén de acuerdo con las condiciones del contrato y el avance real del trabajo.

Llevará un registro de montos de contrato y las modificaciones subsecuentes cobrables y no cobrables.

GERENCIA TECNICA (CONT.)

PRINCIPALES RESPONSABILIDADES

POLITICAS CORRESPONDIENTES

7. Elaborar los índices de prioridad para la distribución de los recursos humanos y financieros entre las obras.
8. Promover siempre la cooperación y el trabajo en equipo con las demás Gerencias.

## GERENCIA DE SERVICIOS A OBRAS

### PRINCIPALES RESPONSABILIDADES

- 1 Efectuar las compras de materiales de acuerdo con las Gerencias de Construcción: cotizar, pedir y controlar hasta la entrega de material.
2. Controlar y distribuir el equipo entre las obras de acuerdo con sus necesidades, fijando las rentas correspondiente.
3. Controlar compra y venta de activo fijo.

### POLITICAS CORRESPONDIENTES

El Gerente de Construcción debe aprobar todas las compras técnicas y de equipo así como las diferencias con respecto a precios presupuestos y calidad especificada.

La Gerencia de Servicios a Obras organiza y controla las oficinas foráneas de compras.

Las requisiciones de compra deberán ser autorizadas por el Gerente del área respectiva.

Se deberá enviar a la obra y a la Gerencia de Administración y Finanzas copia de los pedidos fincados.

Propondrá a la Dirección si el equipo se renta o se compra, de acuerdo a estudios apropiados.

Sólo la Gerencia de Servicios a Obras puede comprar, vender ó dar de baja activo fijo de la empres, con autorización de la Dirección General.

La Gerencia de Servicios a Obras debe autorizar toda compra de refacciones de equipo.

GERENCIA DE SERVICIOS A OBRAS (CONT.)

PRINCIPALES RESPONSABILIDADES

4. Controlar la renta de equipo de y a terceros.

5. Entrenar operadores de equipo en coordinación en la Gerencia de Relaciones Industriales.

7. Promover siempre la cooperación y el trabajo en equipo con las demás Gerencias.

POLITICAS CORRESPONDIENTES

La Gerencia de Servicios a Obras debe reportar a la Gerencia Administrativa y de Finanzas todos sus ingresos y egresos por renta de equipo de y a terceros.

La Gerencia de Servicios a Obras es la única autorizada a rentar equipo de y a terceros.

## GERENCIA DE RELACIONES INDUSTRIALES.

### PRINCIPALES RESPONSABILIDADES

1. Efectuar la selección contratación y liquidaciones de personal de acuerdo con las Gerencias, llevando un control del número de personas que trabajan para la empresa.
2. Establecer un sistema de administración de sueldos y evaluación de personal.

### POLITICAS CORRESPONDIENTES

La Dirección General deberá autorizar toda contratación de personal de Gerencias ya sea de planta o por obra determinada.

Las Direcciones de Construcción deberán autorizar toda contratación de personal de las Gerencias de Construcción y de las obras ya sea planta o por obra determinada.

Las necesidades de personal se resolverán por ascensos siempre que exista el personal adecuado dentro de la empresa.

Se remunerará al personal de acuerdo con las funciones que realiza y la eficiencia con que las desempeña, tendiendo a pagar bien y a obtener un alto rendimiento.

La Gerencia de Relaciones Industriales llevará un control del tiempo extra pagado e informará periódicamente a la Dirección General.

No se concederá ningún aumento de sueldo no esté aprobado por la Gerencia de Relaciones Industriales.

GERENCIA DE REALCIONES INDUSTRIALES (CONT.)

PRINCIPALES RESPONSABILIDADES

POLITICAS CORRESPONDIENTES

3. Mantener relaciones cordiales con los Sindicatos.
4. Administrar las prestaciones y servicios al personal en especial: permisos, préstamos, vacaciones y acondicionamiento y distribución de oficians.
5. Mantener un sistema de integración y desarrollo de personal en todas las Gerencias.
6. Reglamentar los gastos de viaje y de representación.
7. Promover siempre la cooperación y el trabajo en equipo con las demás Gerencias.

Los Gerentes deben autorizar los gastos de viaje de su área

Los Directores deben autorizar todos los gastos de representación.

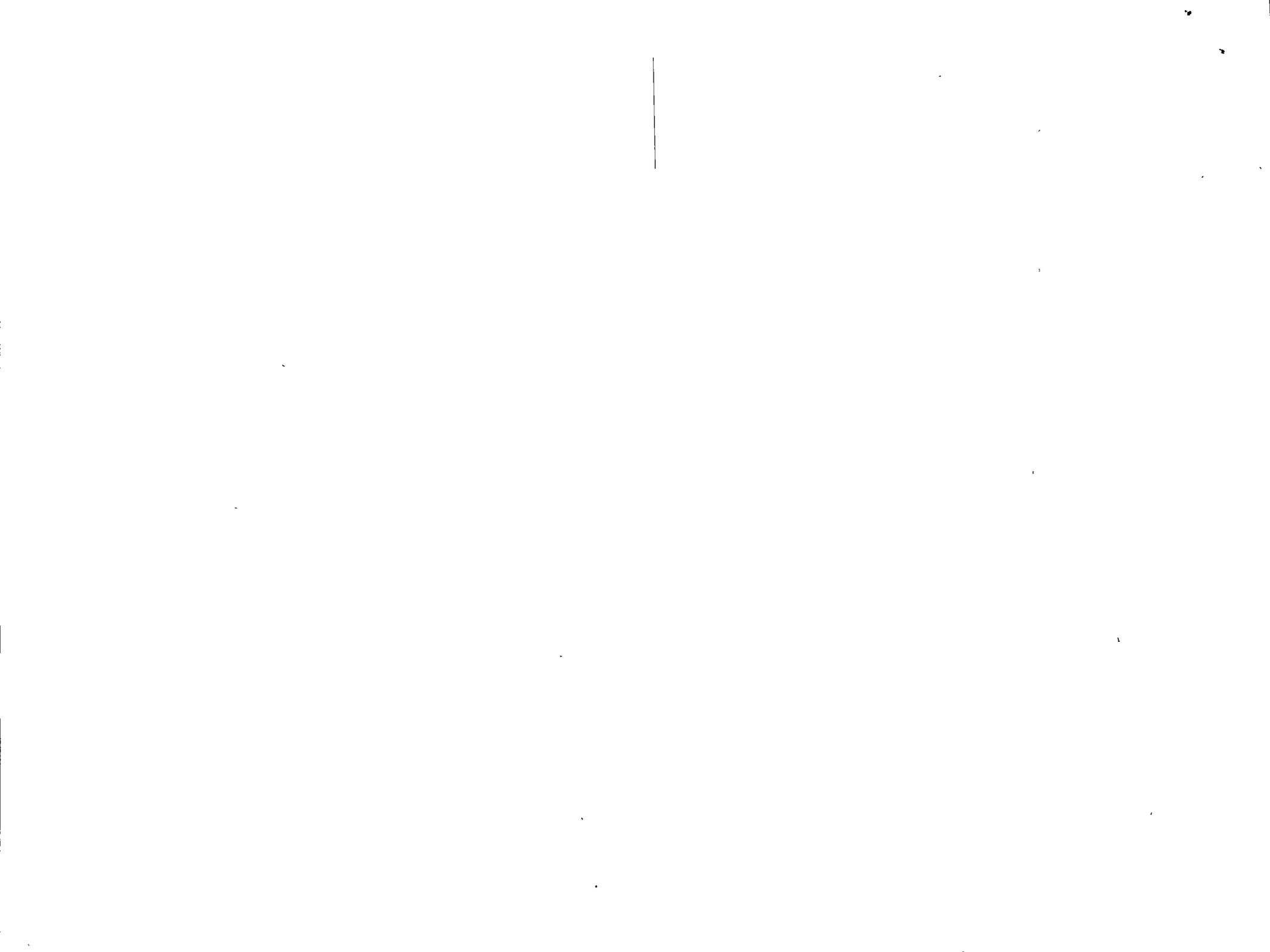
## GERENCIA DE SISTEMAS Y PROCEDIMIENTOS

### PRINCIPALES RESPONSABILIDADES

### POLITICAS CORRESPONDIENTES

1. Diseñar e implementar el sistema de información.
2. Revisar y mejorar los métodos de trabajo a nivel administrativo.
3. Llevar a cabo la mecanización del procesamiento de datos.
4. Vigilar y mejorar constantemente el flujo de información dentro de la empresa.
5. Crear un sistema de información del entorno de la empresa.
6. Promover siempre la cooperación y el trabajo en equipo con las demás Gerencias.

Las políticas se irán estableciendo conforme avance el trabajo de esta Gerencia.



NOMBRE \_\_\_\_\_ DEPARTAMENTO: \_\_\_\_\_

PROYECTO (S) \_\_\_\_\_

OBJETIVOS RESPECTO AL DEPARTAMENTO: \_\_\_\_\_

OBJETIVOS DE OBRAS:      PROBABLES      CONTRATADAS



GRUPO MEXICANO DE DESARROLLO

DESIG

OBJETIVOS APROBADOS EN FECHA \_\_\_\_\_

FIRMAS: \_\_\_\_\_

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECIFICOS	ESTANDARES DE MEDICION DE AVANCE	RESULTADOS EN FECHA	PLAN DE ACCION	RECURSOS NECESARIOS	OBJETIVOS RELACIONADOS

GERENCIA : \_\_\_\_\_  
 PROYECTO : \_\_\_\_\_  
 SEMANA DEL \_\_\_\_\_ AL \_\_\_\_\_  
 MES: \_\_\_\_\_ AÑO \_\_\_\_\_

SOLICITUD DE REMESA SEMANAL

Total autorizado del mes      Acumulado solicitado del mes.      Solicitado en esta semana.

- 1.- Honorarios y Sueldos de Admón.
- 2.- Lista de Raya y Destajos
- 3.- Gastos de Administración.
- 4.- Impuestos.
- 5.- Materiales y fletes materiales.
- 6.- Sub-contratos.
- 7.- Maquinaria y fletes maq.


TOTALES

OBSERVACIONES :

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

GERENTE DE CONSTRUCCION

# INFORME MENSUAL DE SUBCONTRATISTAS

FORM. GY 4 DIC 74



CORRESPONDIENTE AL MES DE \_\_\_\_\_ DE 197 \_\_\_\_\_

DE LA OBRA: \_\_\_\_\_

NOMBRE \_\_\_\_\_ No. \_\_\_\_\_

GERENCIA \_\_\_\_\_

PARA: GERENCIA TECNICA

(CIFRAS EN MILES DE PESOS)

CLAVE (VER NOTA)	SUBCONTRATISTAS DE OFICINA CENTRAL Y LOCALES (MARCAR LOS LOCALES CON *)	FECHA		MONTO DEL CONTRATO		AVANCE		TOTAL AUTORIZA- DO EN OBRA	TOTAL PAGADO EN OBRA	TOTAL MATERIA- LES ENTRE- GADOS AL SUBCON- TRATISTA
		INICIO	TERMINA- CION	INICIAL	ACTUAL	DEL PERIODO	ACUMULADO A LA FECHA			

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

NOMBRE _____	NOMBRE _____	NOMBRE _____	C.C.P. RECIBIDO
FIRMA _____	FIRMA _____	FIRMA _____	G DE CONSTR. _____
ELABORADO POR	JEFE DE PROYECTO	G DE CONSTRUCCION	CONTAB _____

NOTA—CLAVE ASIGNADA POR GERENCIA TECNICA





# INFORME MENSUAL DE AVANCE Y ESTIMACION

FORMA GT-1 DIC 74

CORRESPONDIENTE AL MES DE \_\_\_\_\_ DE 197 \_\_\_\_\_

DE LA OBRA: \_\_\_\_\_  
 NOMBRE \_\_\_\_\_ No. \_\_\_\_\_  
 GERENCIA \_\_\_\_\_  
 PARA: GERENCIA TECNICA

MONTO CONTRATADO

DEL MES ANTERIOR					
ADICIONES DURANTE EL MES					
A LA FECHA					

(CIFRAS EN PESOS Y CENTAVOS)

CONCEPTO	ACUMULADO AL MES ANTERIOR	MES ACTUAL	CAMBIOS DE CLASIFICACION DEL MES (VER NOTA AL MARGEN)				ACUMULADO A LA FECHA		
			AÑADIR		SUSTRAR				
AVANCE ESTIMADO	CON CONTRATO	①							
	SIN CONTRATO	②							
TOTAL DE AVANCE ESTIMADO <sup>①+②</sup>		③							
AVANCE NO ESTIMADO	CON CONTRATO	CON P. U. APROBADOS	④						
		SIN P. U. APROBADOS	⑤						
		RECLAMACIONES EN TRAMITE	⑥						
	SIN CONTRATO	CON P. U. APROBADOS	⑦						
		SIN P. U. APROBADOS	⑧						
		RECLAMACIONES EN TRAMITE	⑨						
TOTAL DE AVANCE NO ESTIMADO <sup>④+⑤+⑥+⑦+⑧+⑨</sup>		⑩							
AVANCE TOTAL <sup>③+⑩</sup>		⑪							
PASIVOS EN OBRA		⑫							
VALOR DEL ALMACEN		⑬							
PASIVOS POR GASTOS FINANCIEROS		⑭							

CAMBIOS DE CLASIFICACION DEBE USARSE CUANDO SE OBTIENE CONTRATO, AUTORIZACION DE PRECIOS UNITARIOS O SE RESUELVE UNA RECLAMACION PARA QUE LA COLUMNA ACUMULADA A LA FECHA ESTE SIEMPRE ACTUALIZADA.

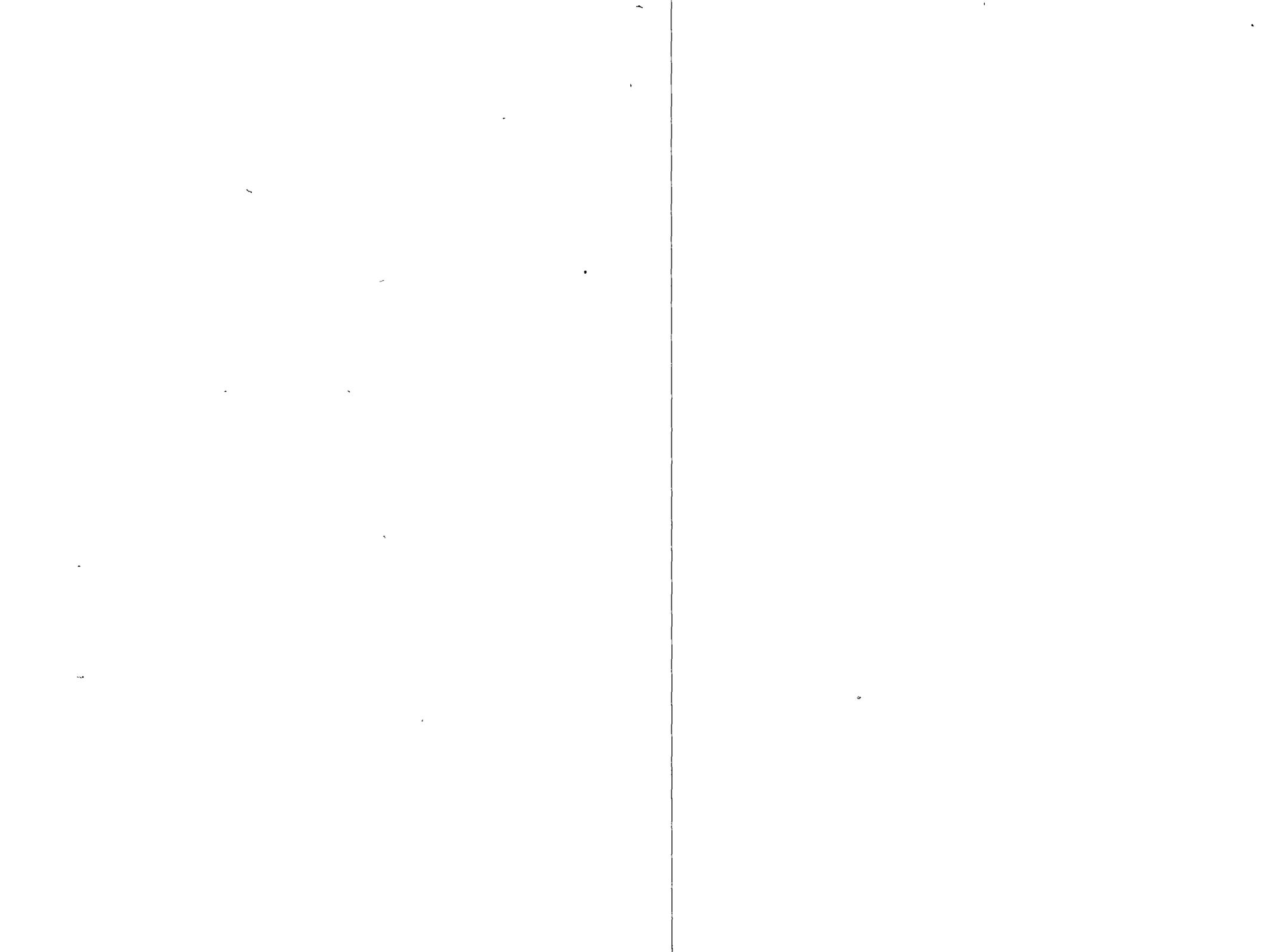
OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

NOMBRE \_\_\_\_\_ NOMBRE \_\_\_\_\_ NOMBRE \_\_\_\_\_  
 FIRMA \_\_\_\_\_ FIRMA \_\_\_\_\_ FIRMA \_\_\_\_\_  
 CCP RECIBIDO  
 G DE CONSTR \_\_\_\_\_  
 G DE FINAN \_\_\_\_\_  
 CONTAB. \_\_\_\_\_

ELABORADO POR \_\_\_\_\_ JEFE DE PROYECTO \_\_\_\_\_ G DE CONSTRUCCION \_\_\_\_\_









# INFORME MENSUAL SOBRE COSTO APROXIMADO DE OBRA

FORMA GT-3 DIC. 74

CORRESPONDIENTE AL MES DE \_\_\_\_\_ DE 19 \_\_\_\_

DE LA OBRA:

NOMBRE \_\_\_\_\_ No. \_\_\_\_\_

GERENCIA \_\_\_\_\_

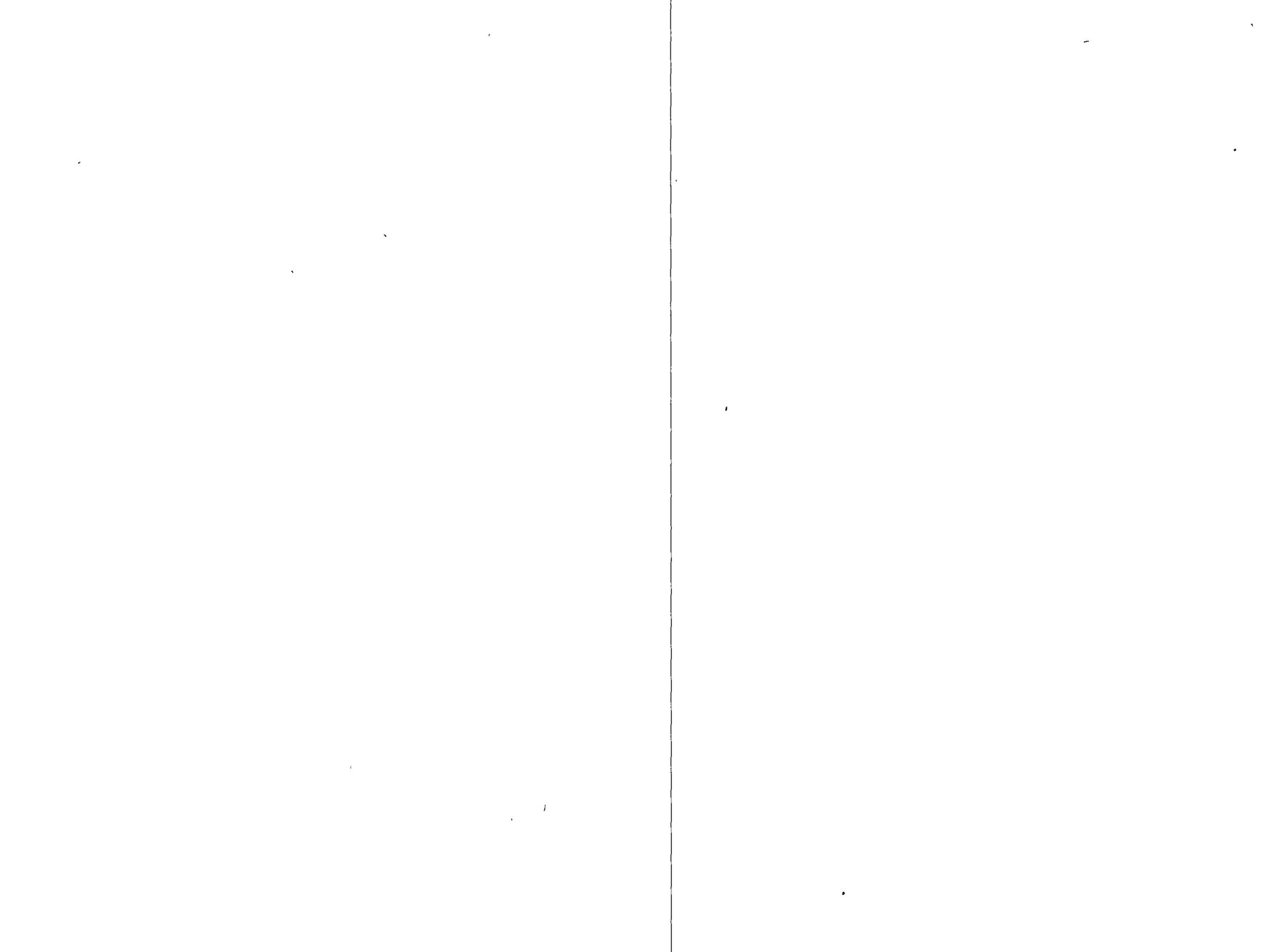
PARA: GERENCIA TECNICA

AVANCE ACUMULADO A LA FECHA

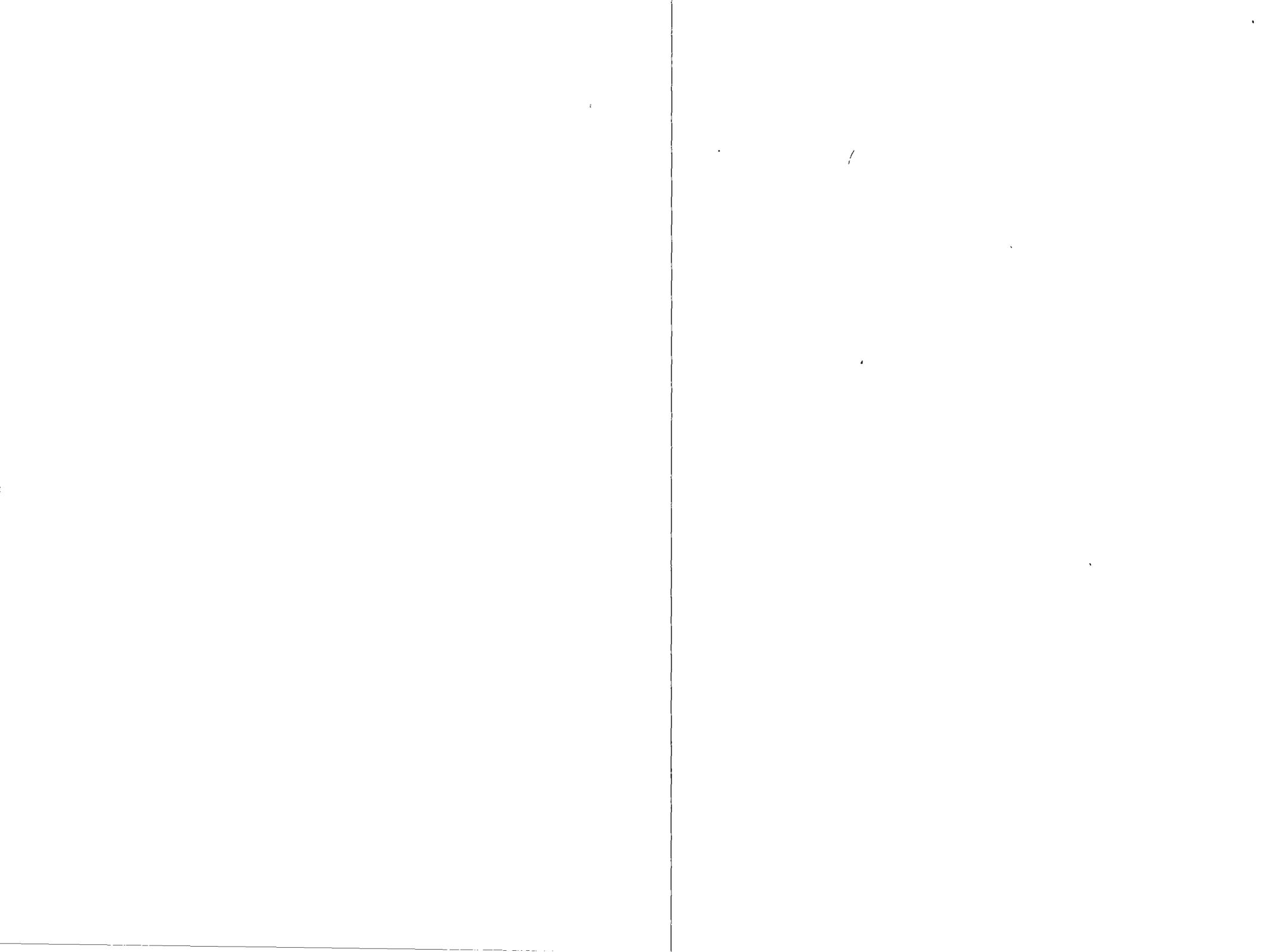
(CIFRAS EN MILES DE PESOS)

CONCEPTOS	ACUMULADO AL MES ANTERIOR		COSTO DEL MES		ACUMULADO A LA FECHA		% SOBRE AVANCE REAL		
	OBRA	OF. CENT.	OBRA	OF. CENT.	OBRA	OF. CENT.	COSTO ACUMULADO REAL	COSTO PROGRAMADO	DIFERENCIA
MATERIALES									
FLETES Y ACARREOS									
TOTAL MATERIALES									
RAYA									
DESTAJOS									
TOTAL MANO OBRA									
TOTAL EQUIPO									
TOTAL SUBCONTRATOS									
TRABAJOS EN ADMINISTRACION									
TOTAL COSTO DIRECTO									
TOTAL INDIRECTOS EN OBRA									
TOTAL COSTO OBRA									
OBSERVACIONES _____									
_____									
NOMBRE _____ NOMBRE _____ NOMBRE _____							C.C.P. RECIBIDO		
FIRMA _____ FIRMA _____ FIRMA _____							G. DE CONSTR. _____		
ELABORADO POR			JEFE DE PROYECTO			G. DE CONSTRUCCION			

NOTA.- LAS RAYAS Y DESTAJOS DEBEN INCLUIR IMPUESTOS, SEGURO SOCIAL, ETC.









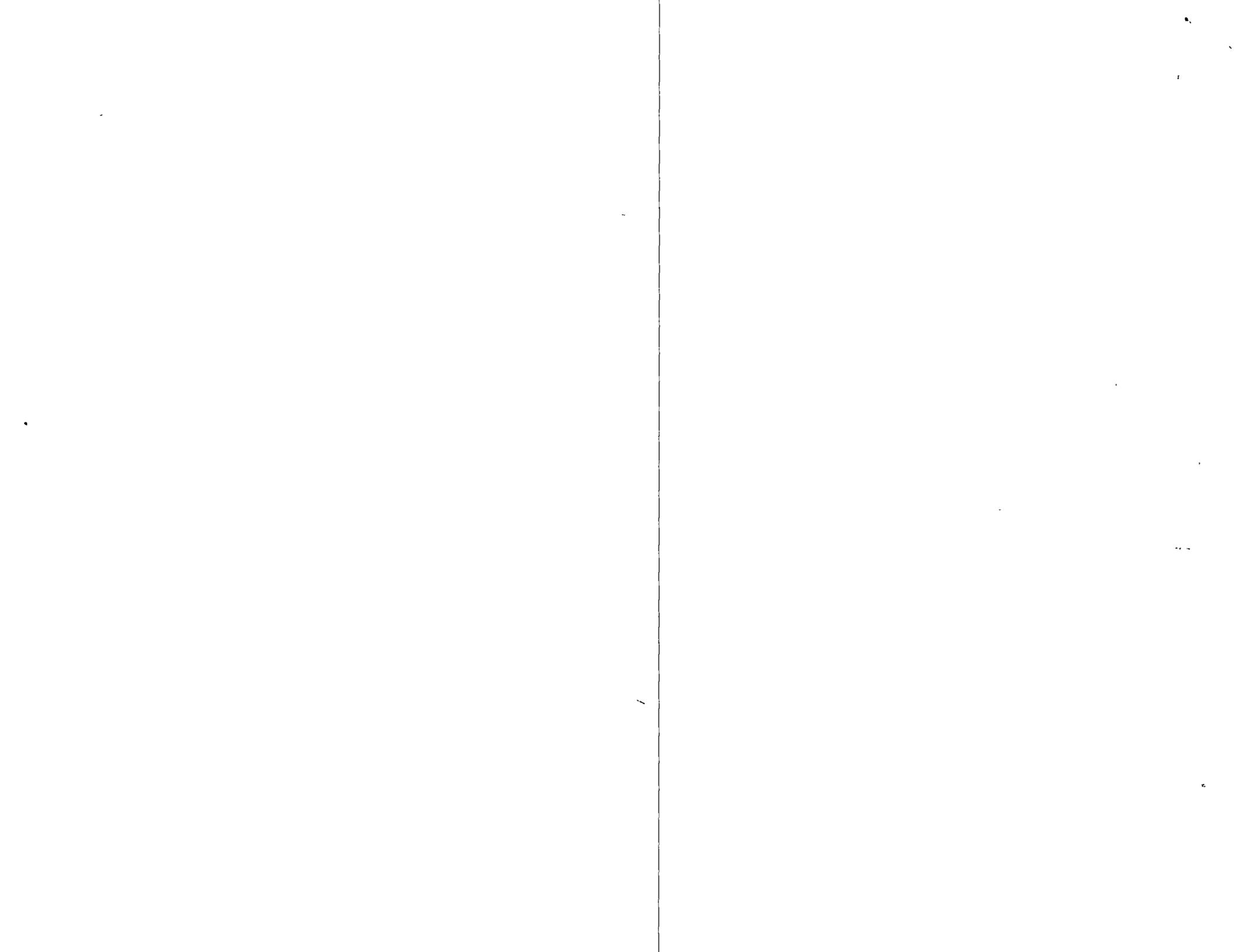


TABLA DE OBJETIVOS MENSUALES

GERENCIA \_\_\_\_\_

OBRA \_\_\_\_\_

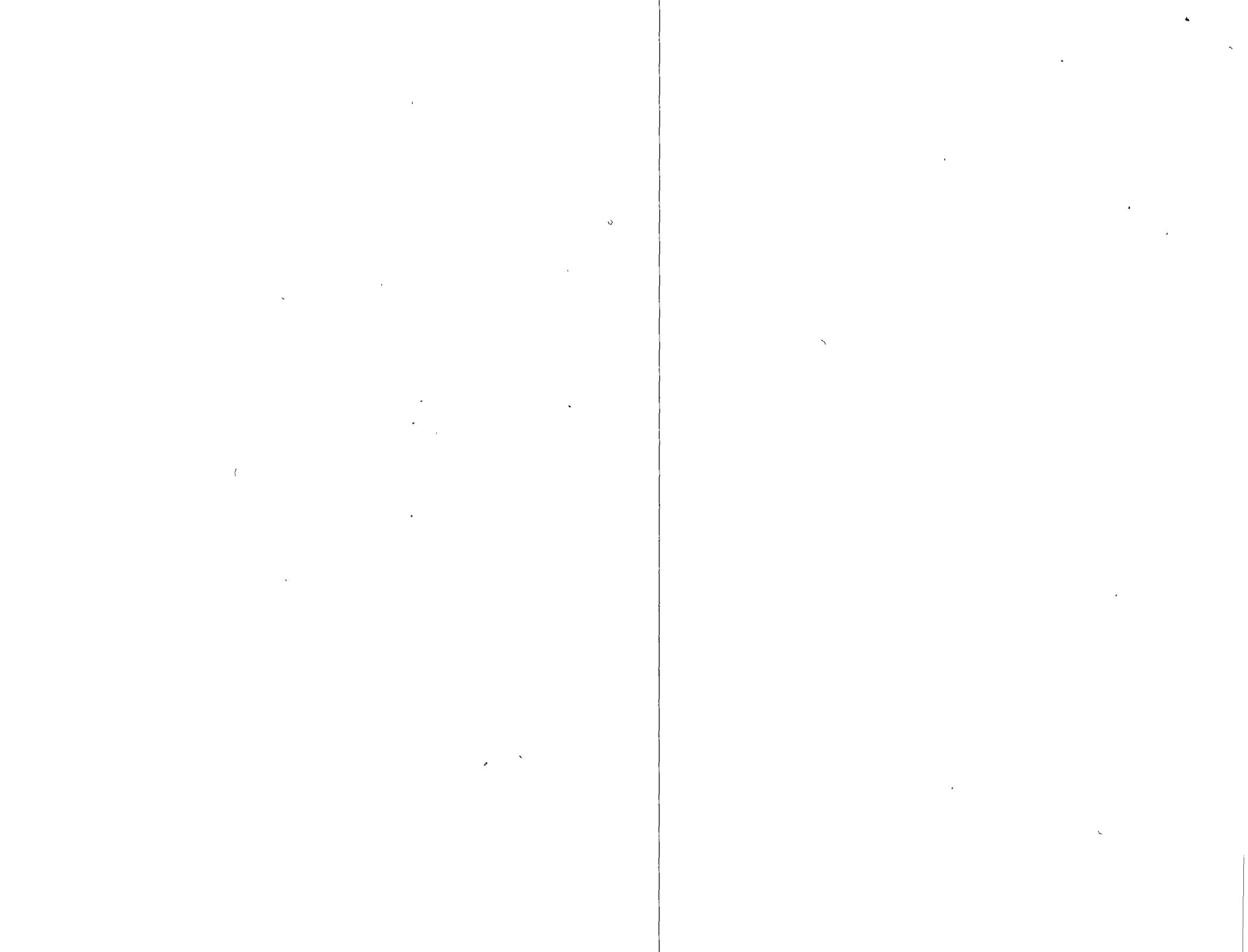
PARA EL AÑO \_\_\_\_\_

CONCEPTO \_\_\_\_\_

	Acum Dic.	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dic	Acumulado	
														ANUAL	TOTAL
Dic. PR	P														
Acum. R	A														
Enero	P A														
Febrero		P A													
Marzo			P A												
Abril				P A											
Mayo					P A										
Junio						P A									
Julio							P A								
Agosto								P A							
Sept.									P A						
Octubre										P A					
Nov.											P A				
Dic.												P A			

PR — Programa  
R — Real

P — Parcial  
A — Acumulado



OBJETIVOS

PROGRAMA FINANCIERO

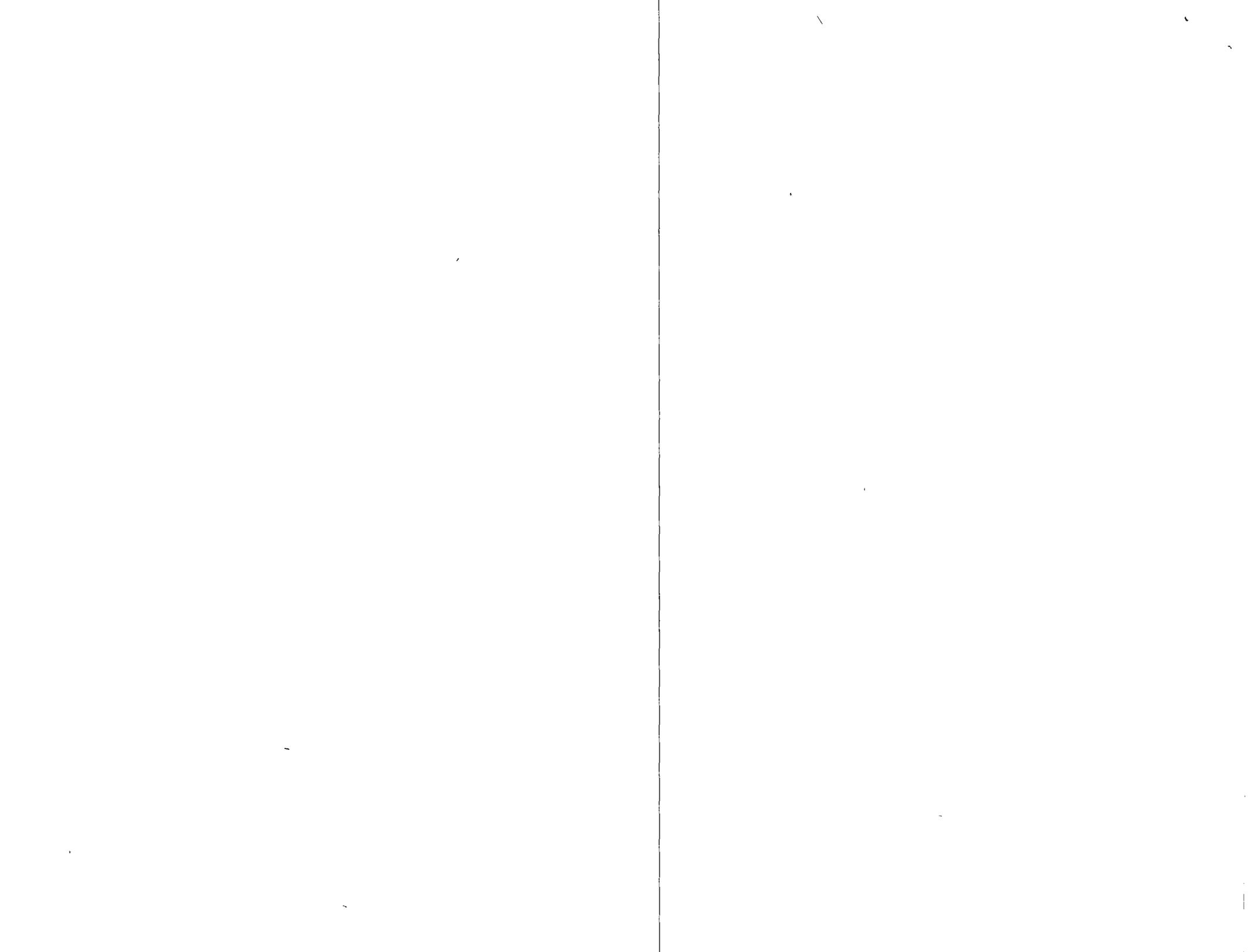
FFCIA. \_\_\_\_\_

COMPARIA . \_\_\_\_\_

PROYECTO . \_\_\_\_\_

G. M. D.

AVANCE ( c )	P A REAL						
ESTIMACION CERTIFICADA.	P A REAL						
INGRESO BRUTO POR ESTIMACIONES.	P A REAL						
ANTICIPOS.	P A REAL						
INGRESO NETO. ( a ) ( aplicadas TODAS las deducciones)	P A REAL						
EGRESOS. ( b )	P A REAL						
COSTO TOTAL, ( d )	P A REAL						
FINANCIAMIENTO. ( a-b )	P A REAL						
DIFFERENCIA. ( c-d )	P A REAL						







## FUNCIONES DEL DEPARTAMENTO DE COMPRAS, ORGANIZACION REPORTES OPERATIVOS Y REPORTES A LA DIRECCION

En este proceso económico encontraremos que todas y cada una de sus partes se encuentran relacionadas entre sí, con el objeto de que el conjunto pueda marchar armónicamente hacia la consecución de los objetivos fijados. Por eso al hablar de funciones del Departamento de Abastecimiento, tocaremos funciones que en un momento dado parecerían no corresponderle, sobre todo si partimos del pensamiento que existía en épocas anteriores, el cual indicaba que la función del Departamento de Abastecimiento era "proporcionar los bienes y servicios necesarios en el proceso productivo, en el tiempo oportuno, dentro de la cantidad y calidad especificada", lo que convertía a la función de Abastecimiento en una función meramente tramitadora y no en una función directiva, como se ha llegado a apreciar en la actualidad.

Lógicamente el tamaño de la empresa y / o su visión hacia conceptos más profundos y más profesionales, nos permitirá que un número mayor de funciones sean manejadas en el área de Aprovisionamiento. De una manera General trataremos de ubicar las funciones de este departamento, y solamente el tamaño de la empresa determinará el número de personas que se encarguen de una o más funciones.

Podemos encaminar como funciones principales las que van encaminadas a proporcionar los bienes y servicios neces

rios en el proceso productivo como con compras, tráfico, control de inventarios y control de producción, existiendo una función adicional que es la de asesoría a los otros departamentos de la empresa y a la dirección de la misma.

Dentro de la función de Compras, encontramos tres subfunciones básicas que son: Investigación de Mercados, Compras y Administrativa.

La subfunción de Investigación de Mercados nos permitirá el estudio del carácter general de la marcha de los mercados, de los usos y costumbres comerciales, del funcionamiento del mercado de valores, del estudio sistemático de las posibles fuentes de suministro, de las imposiciones fiscales referente a las compras, estudio de los órganos estatales y su intervención en los precios del mercado, estudio de los acuerdos internacionales que regulan el comercio exterior; la investigación de mercados nos permite la anticipación a una serie de problemas, al podernos percatar con antelación sobre el tipo de proveedores que vamos a encontrar en el mercado, también por este medio estaremos en contacto con los proveedores y sus productos y entonces estaremos en posibilidad de saber sus condiciones de pago y descuentos, sus tiempos de entrega, capacidad de producción, sus planes de desarrollo y su investigación tecnológica que en el futuro nos permitirá abatir nuestros costos y eficientar nuestra operación.

Otras funciones que encontraremos es propiamente la función compradora, que nos permitirá la adquisición de los bienes necesarios mediante los cuales procesaremos los productos a venderse, dentro de esta función inicialmente encontraremos la negociación por medio de la cual llegamos a los arreglos con los proveedores para fijar cuanto material recibiremos, a que precio, en que cantidades, en que condiciones de crédito, etc.

Como tercera subfunción tendremos el proceso administrativo que nos permitirá asegurarnos de la entrega de los materiales y el debido procesamiento de la información, con la cual los departamentos de contabilidad y costos pueda preparar la información necesaria para poder conocer los costos y compromisos contraídos por la compañía.

Mencionaba el tráfico como una de las funciones principales del Abastecimiento, ya que mediante esta herramienta podemos allegarnos los materiales comprados en el menor tiempo posible y al menor costo, ya que a través de esta función estamos en posición de conocer las rutas más rápidas y los fletes más económicos, los seguros más adecuados y en su caso de las tarifas aduanales correctas.

El Control de Inventarios nos permite conocer las cantidades de materiales necesarios para poder cumplir con el proceso productivo sin interrupción, sin caer en gastos innecesarios por obsolescencia o por exceso de inversión, así como una planificación de nuestras compras.

Mediante el Control de la Producción podemos mantener todo nuestro equipo de producción, en condiciones de total ocupación y evitar los paros de línea o constantes cambios de producto con lo que la rentabilidad de los equipos se ve optimizada, permitiéndonos una mejor utilización de nuestros recursos y por consiguiente mejores utilidades.

La asesoría que puede prestar el Departamento de Abastecimiento es de vital importancia, para preparar planes mas concisos para sus operaciones en el futuro, ya que la dirección de la empresa puede efectuar sus planes financieros con una mayor certeza, también una investigación y desarrollo de nuevos productos, reducciones de costos, estudios del comportamiento de los productos y mercados, en la formulación de contratos y en la fijación de políticas en relaciones Públicas.

#### ORGANIZACION

Después de haber identificado las funciones del Departamento de Aprovisionamiento, podemos proceder a la planeación de la organización, en esta organización, existen otros factores a considerar, como son el tipo de productos a comprar, ya que, de ningún modo podemos formar un prototipo de departamento de Aprovisionamiento, sino debemos hacerlo a medida de las necesidades de la empresa que estemos analizando. Los productos a comprar nos darán una pauta a seguir ya que no es lo mismo la compra de materias primas a la compra de maquinaria o de pro-



ductos terminados a distribuir, también debemos considerar la importancia de las compras, su volumen, su frecuencia, los tiempos de entrega, el grado de especialización técnica, la situación de mercado, la dispersión de las plantas a abastecer, el grado de peligrosidad de los productos, capacidad de los almacenes, capital de la empresa, lotes de los proveedores, etc., ya que dependiendo de éstos podemos determinar si se organiza una función centralizada o descentralizada, si una o mas funciones recaen sobre varios individuos o uno solo, el grado de organización de la empresa nos dará también una pauta a seguir, ya que la función es valorada en su aspecto real y cae en una función directiva o por el contrario la dirección de la empresa no le da esta importancia y se convierte en una función subordinada, las características de la empresa también nos indicarán cuál podría ser el destino de la función de abastecimientos, si la empresa es orientada a la producción, el departamento de aprovisionamiento reportará a la dirección de producción o por el contrario la problemática es financiera ésta buscará el control del aprovisionamiento por gran volumen de erogaciones que pasan por este último departamento.

Sin embargo, dada la importancia del aprovisionamiento como podemos deducir por lo inicialmente dicho es de considerarse que el Departamento de Aprovisionamiento debe ocupar un lugar al mismo nivel de los otros departamentos de la empresa como pueden ser finanzas o producción.

Como corolario podemos decir que en la estructura del departamento debemos procurar agrupar funciones similares en una misma sección evitando la dispersión de esfuerzos, también se debe buscar que dicha estructura sea ágil, en sus decisiones y operación, a fin de proporcionar un servicio óptimo evitando el burocratismo y el papeleo.

### REPORTES

Podríamos decir que una de las herramientas vitales del departamento de aprovisionamiento son los reportes que recibe y que emite, como resultado de sus operaciones, ya que mediante estos reportes podemos evaluar el correcto funcionamiento de la función de Aprovisionamiento y a la vez la dirección se encuentra en posición de analizar las desviaciones en costos y gastos y poder tomar las medidas necesarias para la obtención de buenos resultados.

Estos reportes los dividiremos en dos partes que son reportes operativos y reportes a la dirección.

Los reportes operativos son los que nos permiten tomar las medidas de corrección necesarias para evitar cualquier variación en los objetivos prefijados, estos reportes pueden ser de carácter funcional, de tipo financiero o económico.

Los de tipo funcional son los que permiten apreciar cualquier variación en los objetivos que nos hemos señalado en la operación de departamento. Dentro de estos reportes podemos encontrar los siguientes:

Desviación en tiempo de entrega.- El tiempo de entrega es el elemento que nos permite planear los inventarios ya que en base a este dato calcularemos el colchón de seguridad y el período de reposición. Este dato se obtiene de analizar el tiempo que se tardan los proveedores en surtirnos el material solicitado; al mismo tiempo después de analizar este dato podemos fijarnos metas para la reducción de este tiempo con el objeto de lograr la reducción de los inventarios y por consiguiente de la inversión.

Número de requisiciones recibidas Normales y Urgentes. Esto nos permite analizar el número de requisiciones recibidas en el departamento de objetos de medir por un lado la carga de trabajo y por otro que departamento está emitiendo un número desproporcionado de requisiciones urgentes y poder tomar las medidas necesarias para evitarlo.

Número de órdenes de compra emitidas.- Con este dato podemos integrar mas claramente, la carga de trabajo por comprador y el total de departamento, ésto también sirve para determinar el costo de las órdenes de compra que resulta de dividir el costo del departamento entre el número de órdenes de compra.

Materias primas faltantes.- Por medio de este dato podemos llegar a controlar, cualquier causa que pudiese efectuar el buen funcionamiento de la empresa, buscando una materia prima sustituta o en el peor de los casos

avisar al departamento requirente para que tome la pre-  
visión del caso.

Ordenes de compra pendientes de entregar. Mediante es-  
te elemento podemos efectuar la calificación del proveedor  
y en un momento dado , buscar otro que nos surta los  
materiales que necesitamos.

Paros de línea. Este concepto ojalá no se presentase nun-  
ca, pero cuando ésto sucede, nos permite hacer los car -  
gos al proveedor correspondiente y normalmente consiste  
en calcular las horas perdidas por falta de determinado  
material y multiplicarlas por el número de hombres que  
intervienen en la operación.

Rechazos de Control de Calidad. Este es otro de los fac-  
tores que nos permitirán calificar a un proveedor, ya que  
no solamente consiste su labor en proporcionarnos un buen  
precio, sino la calidad especificada, mediante el análi-  
sis de este dato podemos comparar de un número de entre-  
gas cuantas fueron aceptadas y cuantas rechazadas.

Los reportes financieros nos permiten medir las relacio-  
nes que existen entre la totalidad de las ventas y el  
costo del departamento de compras, teniendo siempre en  
cuenta que se debe de observar el principio contable de  
la consistencia, o sea que siempre las mediciones se de-  
ben de hacer bajo la misma base.

Costo estimado contra Costo real. Este dato nos sirve

para integrar el presupuesto de compras, para analizar las variaciones de precio en un lapso, y podríamos decir que es uno de los principales reportes para juzgar al departamento de aprovisionamiento, ya que nos indicará la cantidad de pesos gastados de más o de menos en un año, lo que dará por una parte, una base de fijación de costos y por otro lado afecta directamente las utilidades de la empresa .

Costo de Orden de Compra. Este dato hay que manejarlo muy cuidadosamente ya que fácilmente podemos caer en el error, porque al emitir un mayor número de órdenes de compra su costo baja , y sin embargo, podemos estar afectando a los almacenes con una carga de trabajo excesiva.

Nivel de inventarios. Este es otro de los elementos que se utilizan muy frecuentemente para medir la eficiencia del departamento de abastecimiento dado que nos indica la capacidad de éste, para cuidar los activos de la empresa así como la eficiencia de la producción.

Costos de Operación del Departamento. Este elemento nos servirá para identificar a cada una de las áreas del departamento de aprovisionamiento en su aspecto de costo que representan a la compañía normalmente está integrado de sueldos y salarios, prestaciones, seguro social, vacaciones, uniformes, filetes y transportes, teléfonos, telégrafos, gastos de representación, etc.

Materias primas mas importantes. El tratar de controlar todas las materias primas a un mismo tiempo o con la misma atención, nos conducirá o conduciría a encarar mucho la operación, por lo que es muy conveniente, hacer el cálculo de las materias primas mas importantes y ejercer una vigilancia muy estrecha sobre ellas que son las que nos afectan directamente nuestros costos y nuestros niveles de inventario.

Descuentos por pronto pago. Este es uno de los renglones que podíamos considerar netamente financiero ya que dependiendo de la liquidez de la empresa y de la comunicación existente entre el departamento de finanzas y el departamento de compras, podremos aprovechar este descuento.

#### ECONOMICOS

Dentro de los reportes económicos solamente mencionaré tres de ellos ya que considero son los mas importantes:

Volumen de compras anual. Mediante este dato podemos constituir nuestros programas de erogaciones para un año, así como las negociaciones con los proveedores.

Estadística de precio. Por medio de esta estadística, podemos apreciar la tendencia que siguen nuestras materias primas, poder proveer con anticipación cualquier aumento o disminución de precios.

Estadística de consumo de materias primas. Este dato a su vez nos permitirá efectuar nuestras proyecciones al...



futuro sobre el comportamiento de nuestras materias primas y poder, mediante la investigación de mercados tomar las medidas necesarias para asegurar el abastecimiento.

La lista de reportes podría ser mas grande todavía, pero necesita de la dedicación de una o varias personas, que lógicamente alguna compañía no podría pagar, pero considero que si se deben de utilizar los que sean de mayor beneficio para controlar la operación del departamento de abastecimiento.

Los reportes a la dirección lógicamente se derivarán de los reportes que hemos mencionado, pero sintetizándolos a fin de que sean claros y precisos para su fácil interpretación, por lo que sugiero formulemos uno como ejercicio .

## SEGURIDAD EN OBRAS

Es triste analizar datos estadísticos sobre accidentes ocurridos en obras de Ingeniería Civil, que relacionan el volúmen de obra ejecutada con el número de pérdidas de vida humana, como se ilustra a continuación:

1. Una vida por cada 500 metros de tunel
2. Una vida por cada diez millones de pesos en obras
3. Una vida por cada puente

Estos precios de construcción son demasiado caros para nuestro país, y debemos los ingenieros suprimir estas estadísticas, procurando siempre que las obras que se construyen sean blancas y no manchadas de sangre, que nos recuerden a trabajadores que horas antes habíamos "echado un taco" y más tarde recoger sus cuerpos. La prevención de accidentes debe ser una parte esencial de cualquier programa constructivo.

Desde hace varios años la Cámara Nacional de la Industria de la Construcción, a llevado a cabo programas tendientes a reducir accidentes en las obras, para reducir los altos costos de la construcción, que ocasiona las primas tan altas que se paga al Instituto Mexicano del Seguro Social, que en el caso de la Industria de la Construcción se alcanza el más alto porcentaje sobre cualquier industria. Por estas razones conviene considerar medidas de seguridad que reduzcan los accidentes y abatan los costos de construcción evitando:

- 1). Vidas humanas sacrificadas
- 2). Invalidez de los trabajadores

- 3). Lesiones temporales de los obreros
- 4). Pérdidas de materiales como resultado de los accidentes
- 5). Pagos excesivos por primas contra accidentes
- 6). Retraso de obra debido a accidentes

John McLeod presidente de la Associated General Contractor of America, Inc., en 1963 decia:

"Tenemos un modelo que utilizamos en nuestra compañía para calcular nuestros costos de accidentes. Los seguros estan basados en un plan retroactivo que nos dice al final de cada año fiscal lo que nos ha costado nuestros seguros.

Los porcentajes de frecuencia y gravedad de los accidentes industriales controlan la cantidad que pagamos. Sucede que entre el mínimo y el máximo de nuestras primas existen ahorros potenciales en exceso de \$ 200.000 dólares. Estamos haciendo todo lo posible para ahorrar esa suma.

Ustedes y nosotros que en estos días \$ 200.000 dólares es la utilidad en muchas clases de trabajo. También sabemos que por cada dolar que se ahorra en esas primas de seguros, que representan pérdidas directas por accidentes, habremos ahorrado varios dólares en los costos indirectos o intangibles.

Yo creo que ningún seguimiento de sus operaciones industriales pagará mayores dividendos, con una menor inversión que un buen programa de seguridad".

Aún cuando nuestro sistema de seguridad social cubre los gastos médicos, de hospitalización, medicamentos, incapacidades, etc., con el producto de las aportaciones de los derechohabientes

y de los patrones, las pérdidas repercuten en una obra debido a:

- 1). Costo del tiempo perdido del empleado lesionado
- 2). Costo del tiempo perdido de trabajadores que suspenden sus funciones debido a un accidente
- 3). Costo del tiempo perdido por jefes de la obra para auxiliar al lesionado, investigar causas, preparar reportes del accidente
- 4). Costo del tiempo perdido para sustituir al lesionado
- 5). Reparación de equipo lesionado
- 6). Gastos por posibles daños en propiedad ajena
- 7). Costos derivados por material desperdiciado
- 8). Costos de la disminución de la producción de los demás empleados durante esa jornada de trabajo.

Las causas que originan los accidentes, pueden ser clasificadas en cuatro grupos, según señala William Luna, en el artículo Applied Engineering Principles Reduce Costly Accidents publicado por Civil Engineering en 1954.

Clasificación de los accidentes de construcción

1. Incontrolable vigilancia entre obreros y equipo, o entre obreros y materiales, como grúas, camiones y almacenes de material
2. Fallas de estructuras provisionales, como cimbras, andamios, rampas, escaleras, cimbras, adenes, etc.
3. Riesgos de maniobras derivadas del empleo de explosivos, presencia de gases tóxicos, etc.
4. Medidas inseguras de trabajadores individuales o riesgos personales resultado del descuido del obrero.

Si hacemos una revisión detallada de cada una de las causas citadas anteriormente, podemos observar que la mayoría de ellas pueden evitarse con un correcto plan de prevención contra accidentes en las obras.

## PREVENCIÓN DE ACCIDENTES

Las industrias manufactureras han tomado conciencia de los daños que ocasionan los accidentes y logran con estas medidas preventivas reducir al mínimo los accidentes de trabajo.

Las medidas han tomado, que pueden aplicarse a la construcción son:

1. APOYO DECIDIDO POR PARTE DE LOS ALTOS EJECUTIVOS DE LAS EMPRESAS.

Implantar un departamento de seguridad industrial, que tiene como función capacitar al personal y motivarlo a emplear los equipos de prevención contra accidentes, aplicación de técnicas de primeros auxilios, medidas contra incendios, simulacros, etc., sin escatimar recursos.

2. PUBLICACION DE PROGRAMAS DE SEGURIDAD.

Estos programas son difundidos a todos los trabajadores para que sepan como pueden beneficiarse reduciendo accidentes, por medio de boletines, películas, etc.

3. INSTALAR PROGRAMAS DE SEGURIDAD EN BASE A LA COMPETENCIA

El realizar competencias entre secciones ha logrado grandes beneficios porque contribuye a reducir el número de accidentes. Este sistema consiste en colocar grandes pizarrones a la vista de todos los trabajadores y visitantes para que observando el número de accidentes registrados en el mes o en el año por cada sección

o departamento. Otorgando recompensa al departamento que logre menos accidentes, estos premios son por lo general en efectivo.

#### 4. RECORDATORIOS DE MEDIDAS DE SEGURIDAD.

Estas medidas muy socorridas brindan frutos rápidamente ya que el trabajador constantemente recibe a cada momento información sobre la necesidad de usar el equipo de seguridad adecuado.

Estos recordatorios se logran colocando en sitios visibles cartelones específicos sobre el uso de casco, lente de protección, zapatos antiderrapantes, etc., además de reforzar los poster con pláticas semanales sobre el correcto empleo de herramientas y equipo de seguridad, estas pláticas corren a cargo de una persona capacitada del departamento de seguridad

#### 5. MANTENER EL LUGAR DE TRABAJO LIMPIO

Una obra limpia es una obra segura. Todos los materiales deben ser cuidadosamente colocados y los desperdicios deben ser retirados del lugar de trabajo, para impedir accidentes innecesarios.

## CONTROL DE EQUIPO

Los planes muy rara vez siguen su curso sin necesidad de corregir las desviaciones, salvo que la ejecución de las mismas sea impecable y por medio de una organización perfectamente equilibrada.

La responsabilidad de cuidar el equipo de una empresa constructora, recáe en el Departamento de maquinaria. Para que sea eficiente el control, es conveniente contar con un instructivo que permita tanto al Superintendente, Resiðente e Intendente de Máquinaria, conocer los procedimientos adecuados para el correcto manejo del equipo, así como, los cargos que deben aplicarse.

En forma ilustrativa se mencionan a continuación algunos conceptos que conviene considerar en un instructivo:

### INSTRUCTIVO DE MAQUINARIA

#### I GENERALIDADES

- A) Programas de utilización
- B) Solicitud de equipo
- C) Compra de equipo
- D) Equipo rentado
- E) Envío de equipo
- F) Recepción de equipo
- G) Devolución del equipo propio o rentado

- H) Cambio entre obras
- I) Inventario físico
- J) Anexos

## II TRANSPORTACION DE EQUIPO

- A) Fletes
- B) Fletes entre obras
- C) Seguros
- D) Gastos

## III RENTAS

- A) Reporte de rentas
- B) Sistema de cargos
- C) Impuestos
- D) Disponibilidad de equipo
- E) Instalaciones
- F) Aclaraciones

## IV DEPRECIACION

- A) Equipo mayor
- B) Equipo menor
- C) Equipo de transporte y científico

## V MANTENIMIENTO

- A) Equipo mayor
- i B) Equipo menor, transporte y científico
- C) Cargos de mantenimiento, operativo, preventivo y correctivo.

VI REPARACIONES MAYORES

- A) Programa de reparaciones mayores
- B) Solicitud de reparaciones mayores
- C) Excepciones
- D) Liquidaciones
- E) Reparación de equipo menor, transporte y científico
- F) Reparaciones que se consideran mayores

VII LLANTAS

VIII GERENCIA DE OBRA

- A) Gerencia

IX ALTAS, BAJAS y VENTAS

X ARBITRAJE

XI FORMAS DE CONTROL

Forma M- 1 Programa de utilización de equipo

Forma M- 2 Solicitud de equipo

Forma M- 3 Reporte de horas efectivas de equipo  
propio o rentado

Forma M- 4 Reporte mensual del comportamiento del equipo

Forma M- 5 Control de envío de maquinaria y equipo

Forma M- 6 Control de recepción de maquinaria y equipo

Forma M- 7 Control de calidad

Forma M- 8 Inventario físico de equipo

Forma M- 9 Programa de reparaciones mayores

Forma M-10 Solicitud de reparaciones mayores

Forma M-11 Liquidación de reparaciones de equipo mayor

## XII CLASIFICACION DE EQUIPO

A) Transporte

B) Equipo de manejo de materiales

C) Equipo de extracción, carga y colocación de materiales

D) Equipo de fabricación, manejo y colocación de  
concreto hidráulico y asfáltico, obtención de agregados

E) Generadores de corriente eléctrica y transformadores

F) Compresores

G) Motores

H) Equipo de carpintería, talleres y servicio

I) Equipo para túneles

J) Científicos

## XIII POLITICAS Y OBJETIVOS DEL DEPARTAMENTO DE MAQUINARIA

A) Políticas

B) Objetivos

## XIV ACTIVIDADES DEL INGENIERO MECANICO EN OBRA Y SUPERVISION

A) Administración

B) Técnicas

C) Supervisión

D) Relaciones humanas

E) Relaciones con matriz

XV LISTADO DE COSTO HORARIO Y RENTAS MENSUALES

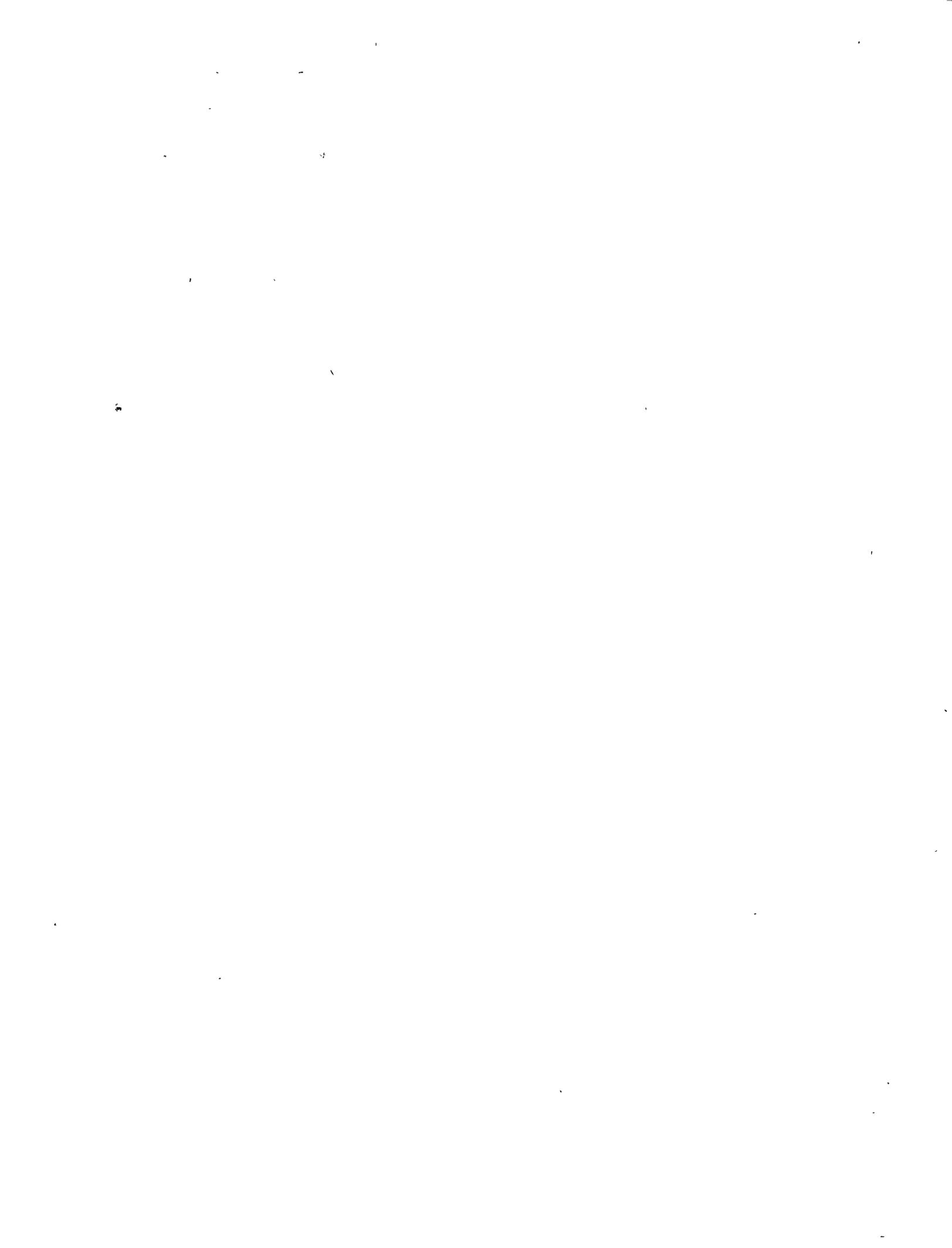
- A) Maquinaria mayor
- B) Maquinaria menor
- C) Vehículos

XVI INSTRUCTIVOS DE COSTO DE MAQUINARIA

- A) De rentas
- B) De operación
- C) De consumo
- D) De elementos de desgaste
- E) De mantenimiento
- F) De llantas
- G) De fletes
- H) De varios
- I) De taller

Hemos mencionado con anterioridad que el control es una de las funciones básicas de la administración y su proceso siempre será el mismo ya que es independiente de la actividad de que se trate.

Por lo tanto, debemos aplicar los cuatro pasos fundamentales del proceso de control que son:



- 1) Establecimiento de las normas
- 2) Información de los resultados obtenidos
- 3) Comparación de resultados reales con las normas
- 4) Corrección de las desviaciones.

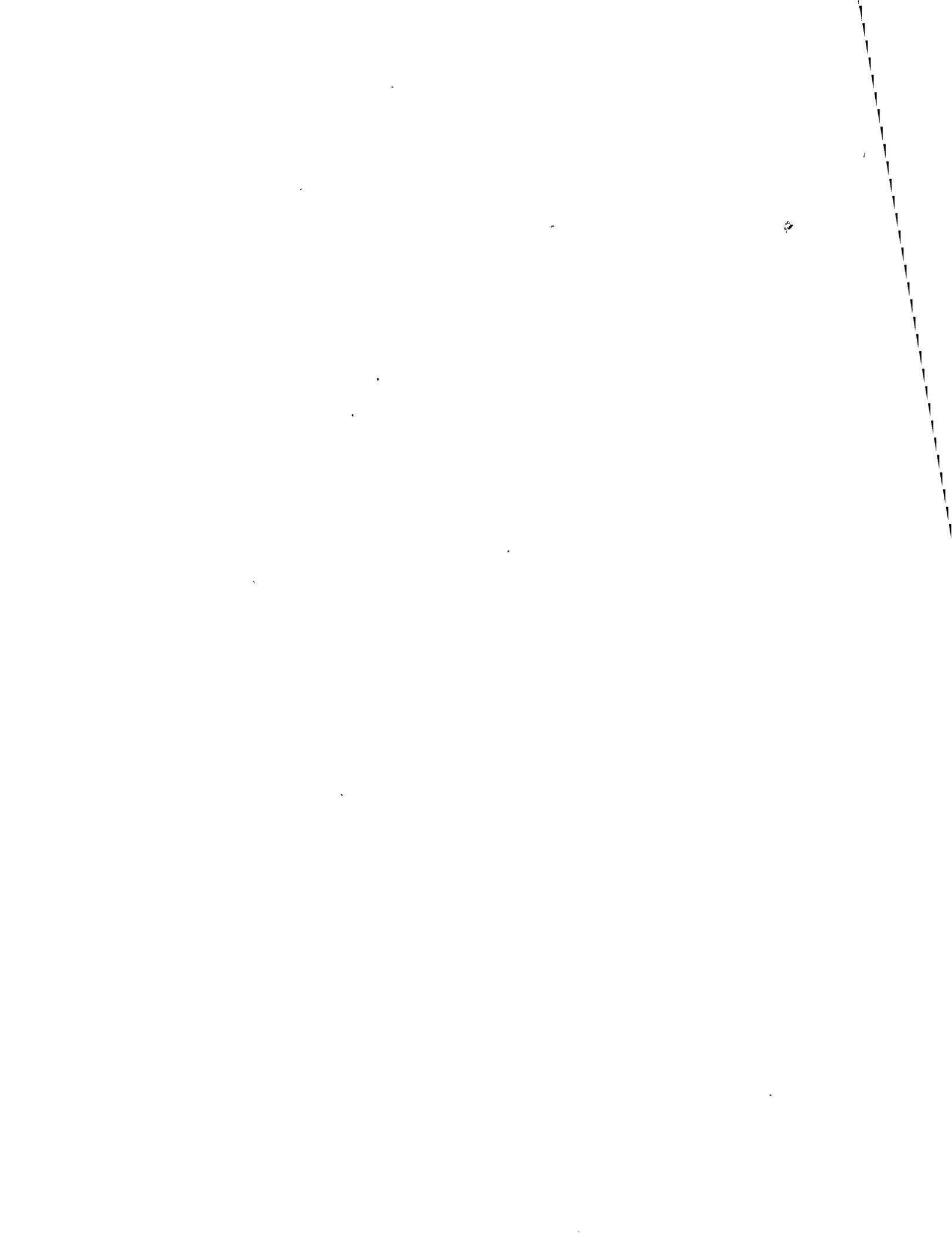
Para establecer las normas, debemos tomar en cuenta los objetivos deseados. A continuación se mencionan algunos de ellos, pero cada empresa deberá fijarlos por si misma.

#### OBJETIVOS

- 1) Conservación del activo fijo de la compañía
- 2) Conciliación de costos de producción y mantenimiento
- 3) Disponibilidad de la maquinaria para trabajar 200 horas por mes
- 4) Bajar los costos de reparación
- 5) Crear estadísticas para adquisición de nuevos equipos
- 6) Consumo normal de combustibles y lubricantes
- 7) Permitir a las obras llevar costo horario total.

#### INFORMACION DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Es conveniente diseñar formas de control, que nos permitan visualizar lo que acontece en una obra para posteriormente compararlo con los objetivos fijados por la Dirección General de la empresa, a través del Departamento de Maquinaria.



Estas formas deben ser llenadas en obra de acuerdo a la información recabada, haciendo uso de los siguientes reportes:

Para cumplir con las normas establecidas, nos valdremos de formas diseñadas especiales para cada caso en particular, las cuales deberán ser llenadas en obra de acuerdo a la información recabada, haciendo uso de las siguientes formas:

- 1 Programa de utilización
- 2 Solicitud de equipo
- 3 Reporte de horas efectivas de equipo propio o rentado
- 4 Reporte del estado mecánico de equipo mayor (comportamiento del equipo)
- 5 Envío de equipo
- 6 Recepción
- 7 Control de calidad
- 8 Inventario físico del equipo
- 9 Programa de reparaciones mayores
- 10 Solicitud de reparaciones
- 11 Liquidación de reparaciones mayores
- 12 Orden de trabajo
- 13 Reporte mensual de medición de tránsitos y/o llantas
- 14 Consumo mensual de lubricantes
- 15 Análisis de aceites
- 16 Control mensual de horas trabajadas, tiempos perdidos y reparaciones efectuadas por máquina
- 17 Control general de horas-máquina
- 18 Control general de horómetros y servicios

- 19 Reporte de servicios de mantenimiento 10 hrs.
- 20 Reporte de servicios de mantenimiento 100 hrs.
- 21 Reporte de servicios de mantenimiento 500 hrs.
- 22 Reporte de servicios de mantenimiento 1000 hrs.

La información debe llegar de las obras en un sólo paquete al departamento de maquinaria para ser distribuida a las secciones correspondientes y formar expedientes por cada máquina donde se incluye la factura de adquisición y la documentación que proporcione el proveedor.

#### COMPARACION DE LOS RESULTADOS REALES CON LAS NORMAS O ESTANDARES

##### Análisis de reportes

Forma 3. Reporte horas efectivas de equipo propio o rentado

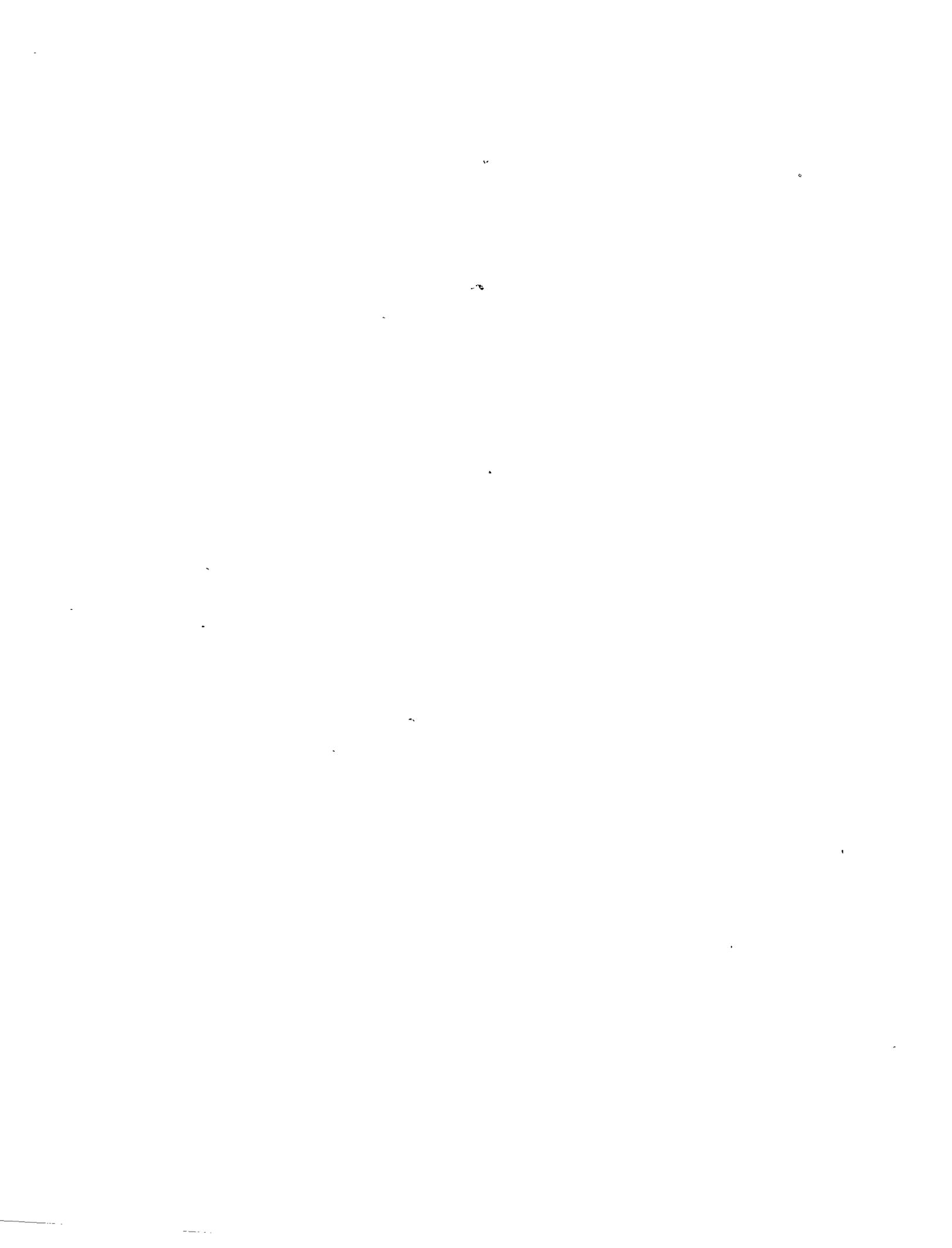
Horas programadas. Si están de acuerdo con la finalidad de aprovechamiento del equipo, 300 hrs. por mes.

Horas efectivas. Si corresponde a lo que se programó en utilización.

Horas reparación. Si este tiempo fue previsto o fueron reparaciones de emergencia debido a la falta de mantenimiento.

Horas espera. Si se está aprovechando debidamente el equipo.

Porcentaje de utilización. Determinar que aspectos del programa están impidiendo un mejor rendimiento.



Forma 4. Reporte mensual del comportamiento del equipo mayor.

Verificar las reparaciones efectuadas a cada mecanismo del equipo, con su costo de reparación incrementado.

Checar si la reparación fue hecha en base a una orden debidamente autorizada y si la reparación se efectuó completa.

Detectar las fallas de mala operación, mantenimiento deficiente y fallas repetitivas en máquinas y equipo.

Forma 7. Control de Calidad.

Se exigirá al Ing. Mecánico que la máquina que envíe a otra obra, se encuentre en buenas condiciones de trabajo, y en caso de requerirlo, se efectúen las reparaciones y mantenimiento necesario en el lugar de origen del envío.

Del envío o recepción del equipo debe generarse de inmediato la forma correspondiente para la sección de mantenimiento.

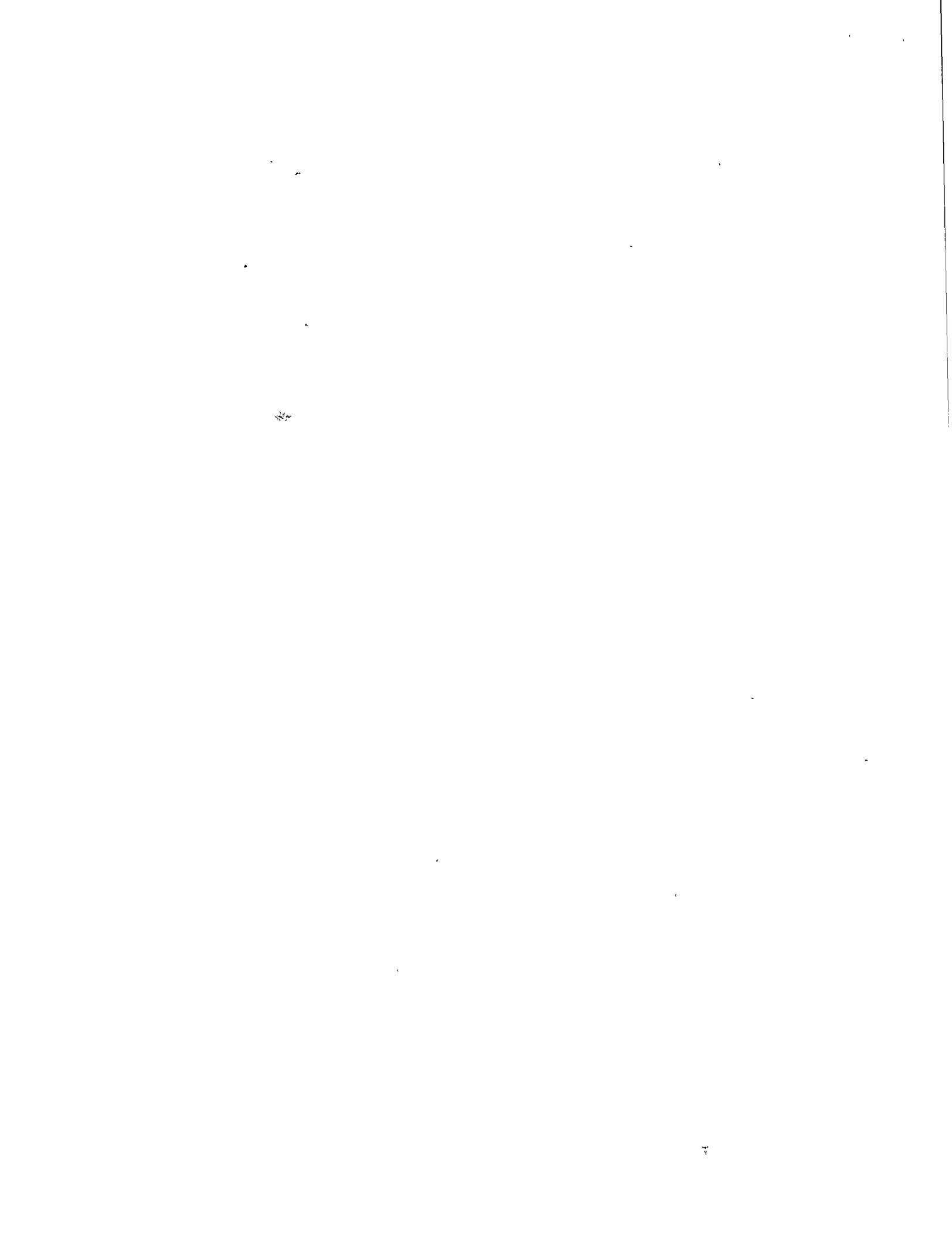
Forma 8. Inventario físico de equipo.

Comprobar el número existente de máquinas en obra y que este grupo sea considerado en el programa de mantenimiento, para que reciba toda la información correspondiente.

Forma 9. Programa de reparaciones mayores.

De acuerdo con los horómetros, comprobar si el programa de reparaciones mayores existe y en los cambios de maquinaria entre obras, hay secuencia de información.

Preparar el departamento de maquinaria o con los distribuidores,

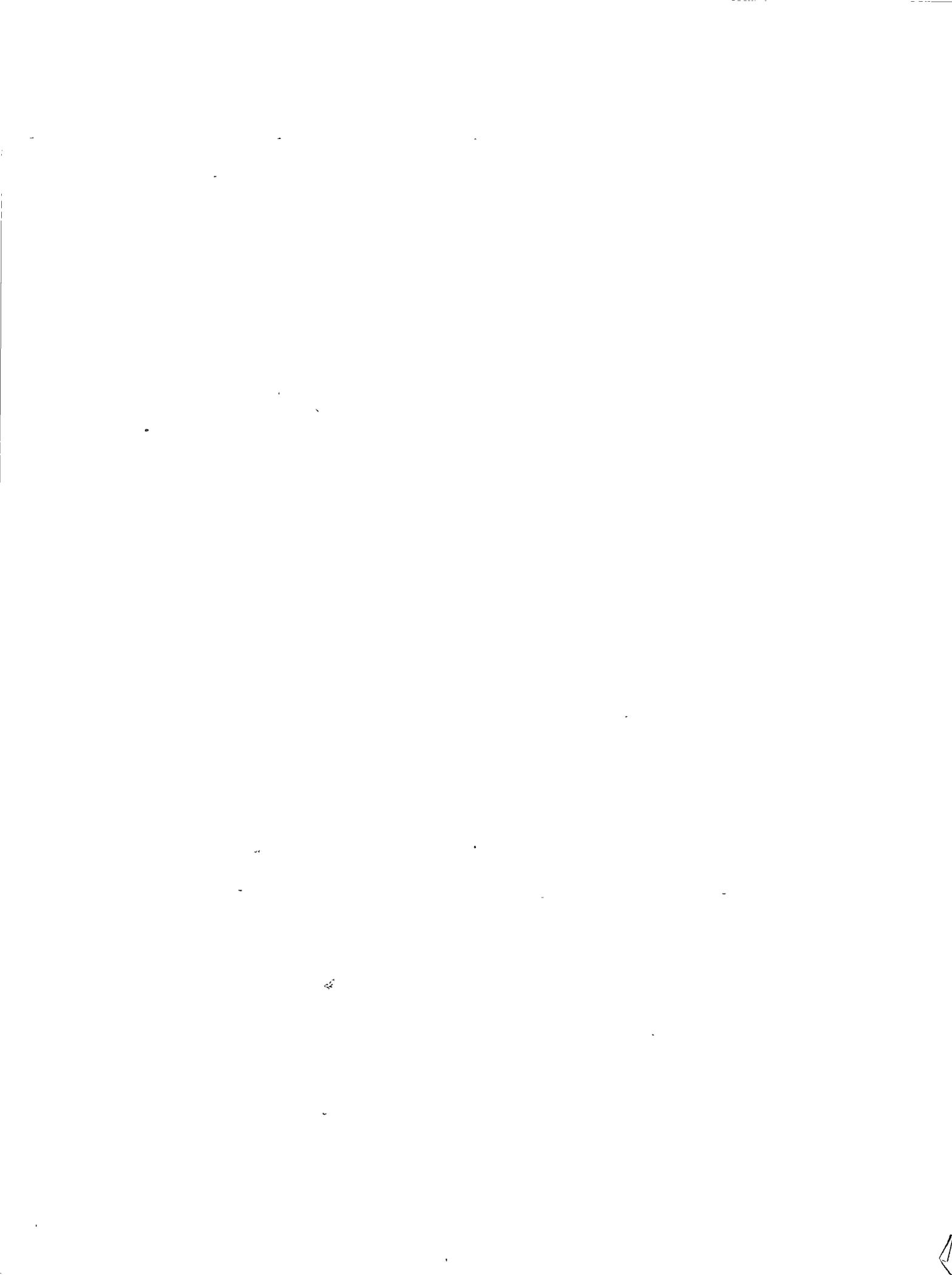


los paquetes de reparaciones mayores, motores, transmisiones, tránsitos, etc.

Confirmar con obra con anticipación las fechas programadas para que se tomen las medidas necesarias, tales como solicitudes, traslados de paquetes, etc.

#### VIDA DE CONJUNTOS

1. Motores Diesel
  - a) Caterpillar
  - b) G. M. Cummins
  - c) Perkins, Deutz, Internacional, etc.
    - a) 6000 hrs.
    - b) 4000 hrs.
    - c) 3500 hrs.
  
2. Transmisiones automáticas
  - a) Allison (Fuller) 4000 hrs.
  - b) Caterpillar 5000 hrs.
  - c) Otros 3500 hrs.
  
3. Transmisiones estándar
  - a) Caterpillar 5000 hrs.
  - b) Otros 4000 hrs.
  
4. Sistemas hidráulicos (Bombas)
  - a) Todas 4000 hrs.
  
5. Sistemas hidráulicos (Válvulas)
  - a) Todas 7000 hrs.



6.	Diferenciales y mandos finales	
	a) Todos	7000 hrs.
7.	Tránsitos	
	a) Todos	4000 hrs.
8.	Sistema eléctrico	
	a) Todos	4000 hrs.
9.	Dirección y frenos	
	a) Todas	4000 hrs.
10.	Convertidor de torsión	
	a) Todos	4000 hrs.
11.	Unidad compresora	
	a) Todas	4000 hrs.
12.	Aditamentos, chasis y carrocería	
	a) Todos	7000 hrs.
13.	Torre de la perforadora	
	a) Todas	4000 hrs.
14.	Unidad móvil perforadora	
	a) Draga, grúa	6000 hrs.
15.	Planta de asfalto	
	a) Unidad alimentadora	
	b) Colectas de polvo y lavado	4000 hrs.
	c) Unidad secadora	4000 hrs.



d) Unidad dosificadora	4000 hrs.
e) Pesadora y mezcladora	4000 hrs.
f) Unidad generadora de calor	3000 hrs.
g) Tanque de almacenamiento	3000 hrs.
16. Planta de trituración	
a) Unidad trituradora	7000 hrs.
b) Motores eléctricos	5000 hrs.
17. Dosificadores para concreto	
a) Unidad pesadora de agregados y cemento	4000 hrs.
b) Unidad transportadora y mezcladora	4000 hrs.
c) Compresora	4000 hrs.

**Forma 11.**

Una vez efectuada la reparación, revisar las Órdenes de trabajo, para comprobar que las reparaciones efectuadas fueron autorizadas.

**Forma 12. Orden de trabajo**

Analizar si este elemento de enlace, entre obras y talleres, está funcionando, proporcionando datos de la máquina, la descripción detallada del trabajo efectuado y costos autorizados mismos que serán amparados con vales de almacén cuando se trate de orden de trabajo.

**Forma 13. Informe de inspección del tránsito y llantas.**

Se considera esta inspección como elemento que determina cambios en la programación de reparaciones mayores, tomando

en cuenta la estimación del trabajo a que está siendo sometido y los desgastes que está sufriendo; se informará a la sección de control de equipo para los cargos por este concepto.

Forma 14. Consumo mensual de lubricantes

Comparar los consumos por equipo con las tablas tabuladoras que contienen rangos permisibles.

Determinar las unidades que se encuentran operando con consumos anormales en cada uno de los mecanismos.

Forma 15. Reporte de análisis para el distribuidor

Que se efectúe con la frecuencia recomendada la corrección de la programación de mantenimiento, de acuerdo a los resultados obtenidos.

Forma 16. Control mensual: horas trabajadas, tiempos perdidos y reparaciones efectuadas.

Determinar el comportamiento del equipo por horas trabajadas por día y cuales fueron las reparaciones efectuadas.

Analizar que dichas reparaciones no se vuelvan repetitivas por falta de mantenimiento; comparar horas reportadas en la forma M-3 con las obtenidas en este reporte.

Forma 17. Control general de horas

Con los datos enviados por la obra, establecer el comportamiento del equipo MES-AÑO, revisando los resultados para investigar el origen de las variantes y determinar que se va a realizar para la corrección de las desviaciones.

Forma 18. Control general de horómetros y servicios

En base a las horas trabajadas, observar si los servicios de mantenimiento están efectuándose como se recomienda o de lo contrario solicitar información del porque no se hacen.

Formas 19, 20, 21 y 22. Mantenimiento preventivo, 10, 100, 500 y 1000 h.

Comprobar que los servicios de mantenimiento están siendo efectuados de acuerdo con lo establecido en las bitácoras.

CORRECCION DE LAS DESVIACIONES

Como consecuencia de la concentración de reportes que generan las obras al Departamento de Maquinaria, se estará en condiciones de obtener resultados y conclusiones, que en forma planeada y organizada, se deberá aplicar con el fin de controlar las desviaciones y trabajar dentro de las tolerancias permisibles.

Para auxilio se llevarán tablas tabuladoras que contendrán los diferentes rangos de consumos, costos de mantenimiento, etc. para las diferentes máquinas y así tener medios comparativos.

A continuación se enumeran los conceptos que podrían ser arrojados como resultados y conclusiones al analizar la información:

1. Si las horas programadas son razonables de acuerdo al estado mecánico de la máquina.
2. Si las horas desocupadas son elevadas por falta de programación.
3. Si los tiempos de reparación son elevados por falta de programación en el mantenimiento.
4. Se darán sugerencias para mejorar el mantenimiento y operación en caso de que los resultados así lo requieran.
5. Calificar al Ingeniero Mecánico, respecto al mantenimiento que efectúa y al estado en que se encuentran sus máquinas.
6. En caso de recibir maquinaria, estar verificando que el Ingeniero Mecánico reciba con control de calidad de la máquina, enviando de inmediato el reporte correspondiente a la sección de mantenimiento.
7. Si el Ingeniero Mecánico esta controlando el grupo de máquinas a su cargo y si está reportando los cambios de mecanismos habidos en ella.
8. Avisar a control de equipo, los cambios habidos en los inventarios.
9. Que las reparaciones mayores se esten realizando con técnica y refacciones adecuadas para garantizar el trabajo realizado, ya sea en talleres locales o con los distribuidores.



10. Controlar los costos generados que involucra la reparación.
11. Si los trabajos se están ordenando adecuadamente.
12. Recomendar la sustitución o reparación de tránsitos; avisar a control de equipo si hay trabajo severo.
13. Si los mecanismos de un equipo requieren mantenimiento, consumos excesivos.
14. Si los lubricantes empleados son los adecuados.
15. Si hay alguna contaminación en el aceite.
16. Si los rendimientos por turnos son aceptables.
17. Si se está tomando iniciativa para corregir fallas para que no se vuelvan repetitivas.
18. Las horas efectuadas trabajadas en cada hora, datos acumulados, para consulta en cambio de horómetros.
19. Si se están realizando los mantenimientos preventivos, establecidos por las guías.

Como complemento para obtener resultados y corregir las desviaciones, se llevará lo siguiente:

Control general de grupos de equipos, con los datos más importantes para observar el comportamiento; con este control estableceremos datos comparativos entre todas las máquinas, lo que nos dará mayor seguridad en las apreciaciones.

Del reporte mensual de horas trabajadas, reparaciones y espera, se establecerán gráficas de comportamiento del equipo.

Una vez que se obtienen los resultados y conclusiones de los análisis hechos de los reportes, recibidos de obra, se preparará en todo caso un reporte por escrito de las observaciones; mismo que será entregado en las obras para su consideración.

El Ingeniero Mecánico recibirá copia para su aplicación y otra se anexará a la bitácora de la máquina como antecedente; cuando la conclusión sea de urgente atención se dará la comunicación por la vía más rápida y aún verbalmente para después confirmarla por escrito.

Deberá existir en el archivo del Departamento de maquinaria el duplicado de las bitácoras de equipo mayor existente en las obras.

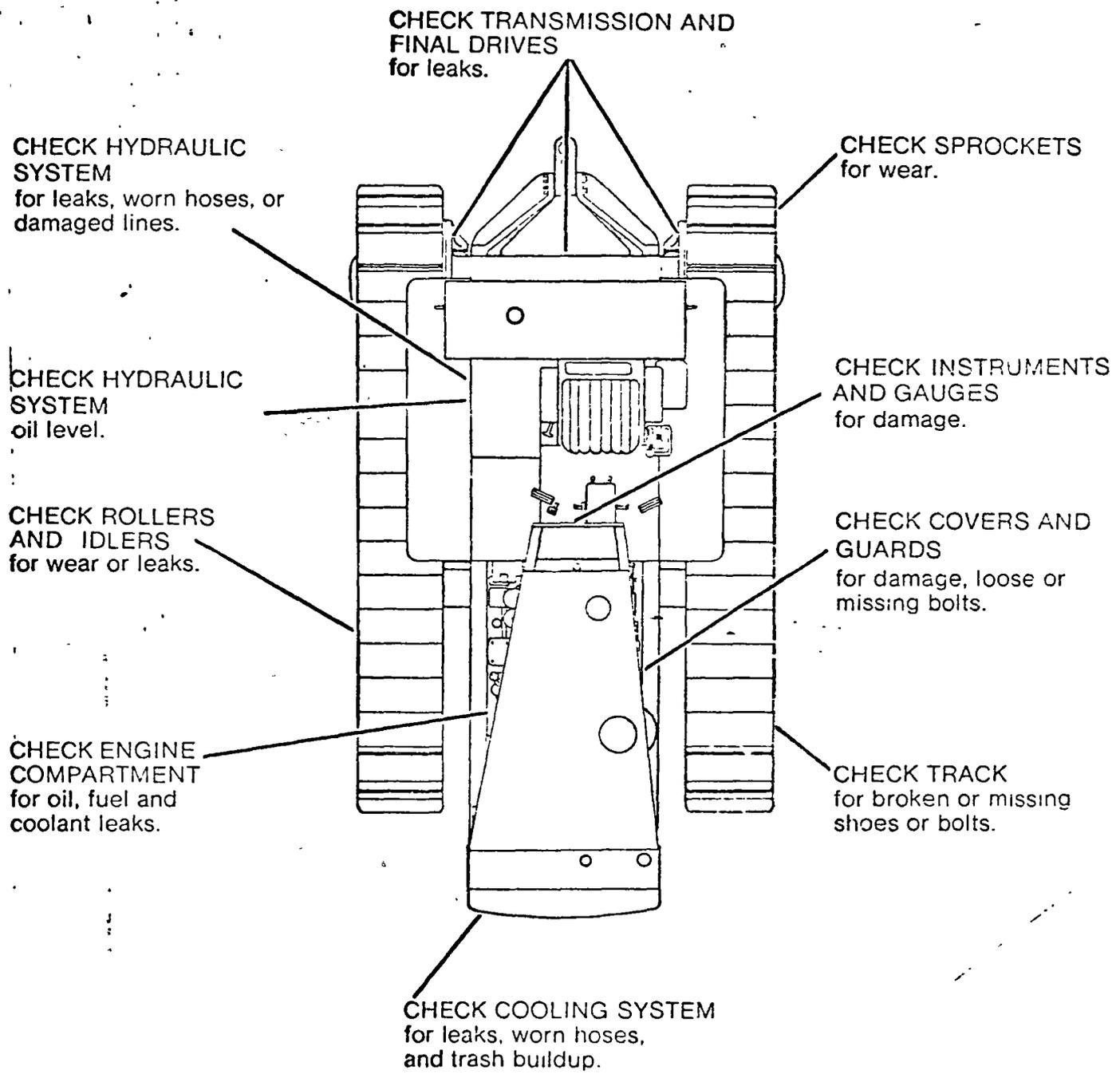
D-8

✓  
4-10

# WALK-AROUND CHECKS

Series: 46 A 10 725

For maintenance and operator personnel safety and maximum service life of the machine, make a thorough walk-around inspection when doing lubrication and maintenance work. Check under and around for such items as loose bolts, trash build-up, oil or coolant leaks.





# LUBRICATION AND MAINTENANCE CHART

ITEM	SERVICE	LUBRICANT	MAINTENANCE	
			PAGE NO.	INCE
<b>EVERY 10 SERVICE HOURS OR DAILY</b>				
① Radiator	Check coolant level		9	9
② Starting engine crankcase	Check oil level	CC		9
③ Diesel engine crankcase	Check oil level	CD		9
<b>EVERY 50 SERVICE HOURS OR 1 WEEK</b>				
④ Hydraulic control system <sup>(1)</sup>	Check oil level	HYDO		10
⑤ Push block springs	Lubricate 2 fittings	MPGM		10
⑥ Push plate springs and hinge pins	Lubricate 4 fittings	MPGM		10
⑦ Bulldozer frame (8C only)	Lubricate 2 fittings	MPGM		10
⑧ Bulldozer cylinder lower trunnion	Lubricate 1 or 2 fittings	MPGM		10
⑨ Bulldozer cylinder and trunnion bearings	Lubricate 8 fittings	MPGM		10
⑩ Ripper kickout lever	Lubricate 1 fitting	MPGM		10
⑪ Ripper link and cylinder bearings	Lubricate 14 or 16 fittings	MPGM		10
<b>EVERY 100 SERVICE HOURS OR 2 WEEKS</b>				
⑫ Batteries	Check electrolyte level		11	11
⑬ Bulldozer cable sheaves	Lubricate 8 or 10 fittings	MPGM		11
⑭ Bulldozer tilt brace	Lubricate 2 fittings	MPGM		11
⑮ Bulldozer tilt brace ball and socket	Lubricate 2 fittings	MPGM		11
⑯ Cable control sheave bearings	Lubricate 2 or 4 fittings	MPGM		11
<b>EVERY 250 SERVICE HOURS OR MONTHLY</b>				
⑰ Diesel engine crankcase	Change oil <sup>(2)</sup> and filter elements - wash breather	CD	12	12
⑱ Transmission, bevel gear and steering clutch compartment <sup>(2)</sup>	Change filter elements and wash magnetic strainer	CD	13	13
⑲ Track roller frame inner bearings	Lubricate 2 fittings	MPGM		13
⑳ Starting engine pinion control lever	Lubricate 2 fittings	MPGM		14
㉑ Starting engine choke and throttle control shaft	Lubricate 1 fitting	MPGM		14
㉒ Fan and adjusting pulley bearings	Lubricate 2 fittings	MPGM		14
㉓ Cable control sheave shroud pivot points	Lubricate 2 or 6 fittings	MPGM		14
㉔ Cable control lever linkage	Lubricate 3 or 6 fittings	MPGM		15
㉕ Cable control brake spring lever	Lubricate 1 or 2 fittings	MPGM		15
㉖ Steering clutch brakes	Check - adjust if necessary		15	15
㉗ Drive belts	Check - adjust if necessary		15	15
<b>EVERY 500 SERVICE HOURS OR 3 MONTHS</b>				
㉘ Hydraulic control system <sup>(1)</sup>	Change filter element	HYDO	16	16
㉙ Starting engine clutch	Check - adjust if necessary		16	16
㉚ Starting engine clutch and pinion control lever	Check - adjust if necessary		17	17
㉛ Equalizer bar pads	Check		17	17
㉜ Cable control drive shaft universal joints	Lubricate 2 fittings	MPGM	17	17
㉝ Winch magnetic strainer	Wash magnetic strainer		18	18
㉞ Winch filter	Change filter		18	18



# LUBRICATION AND MAINTENANCE CHART

ITEM	SERVICE	LUBRICANT	MAINTENANCE	
			PAGE NO.	
<b>EVERY 1000 SERVICE HOURS OR 6 MONTHS</b>				
Winch breather	Change plastic breather		⊙	18
(36) Winch oil sump	Change oil	CD		18
(37) Transmission, bevel gear and steering clutch compartment <sup>(1)</sup>	Change oil and plastic breathers	CD	⊙	19
(38) Diesel fuel tank	Drain moisture and sediment - wash & oil filler cap	CC	⊙	19
(39) Starting engine crankcase	Change oil and filter element - wash breather	CC	⊙	20
(40) Universal joint	Lubricate 2 fittings	MPGM		20
(41) Final drives	Change lubricant - filter element	EO		20

<b>EVERY 2000 SERVICE HOURS OR 1 YEAR</b>				
(42) Hydraulic control system	Change oil - wash filler screen	HYDO		21
(43) Starting engine transmission	Change oil - wash breather	CC	⊙	22
(44) Cable control gear case	Change oil	CD		23
(45) Transmission speed selector bearing	Lubricate 1 fitting (if equipped with fitting)	MPGM		23
(46) Brake control shaft bearings	Lubricate 4 fittings (if equipped with fittings)	MPGM		23
(47) Steering clutch control lever bearings	Lubricate 6 fittings (if equipped with fittings)	MPGM		23
Cable control lever	Lubricate 4 fittings	MPGM		23
(49) Starting engine valve lash	Check - adjust if necessary		⊙	24
(50) Starting engine air cleaner	Change element		⊙	24
(51) Diesel engine valves and compression release	Check - adjust if necessary		⊙	24

<b>WHEN REQUIRED</b>				
(52) Transmission, bevel gear and steering clutch compartment <sup>(1)</sup>	Check oil level	CD	⊙	26
(53) Final drives <sup>(1)</sup>	Check lubricant level		⊙	26
(54) Cable control gear case <sup>(1)</sup>	Check oil level	CD	⊙	26
(55) Starting engine transmission <sup>(1)</sup>	Check oil level	CC	⊙	26
(56) Track <sup>(1)</sup>	Check - adjust if necessary		⊙	27
(57) Diesel engine air intake system			⊙	28
(58) Diesel fuel system			⊙	31
(59) Cooling system			⊙	32
(60) Starting engine			⊙	33
(61) Cable control			⊙	34
(62) Bulldozer			⊙	35
(63) Hydraulic cylinders			⊙	36

<sup>(1)</sup> Check frequently if any signs of leakage develop or are suspected.  
 Normal oil change interval when fuel sulphur content is 0.4% or less. When sulphur content is 0.4% to 1.0%, reduce oil change intervals one-half. When sulphur content is above 1.0%, reduce oil change to one-fourth normal interval.  
 Change earlier if filter indicator shows RED with engine running and oil at operating temperatures.  
 Change oil any time it becomes thick and black.  
 When operating in abrasive material check adjustment frequently.

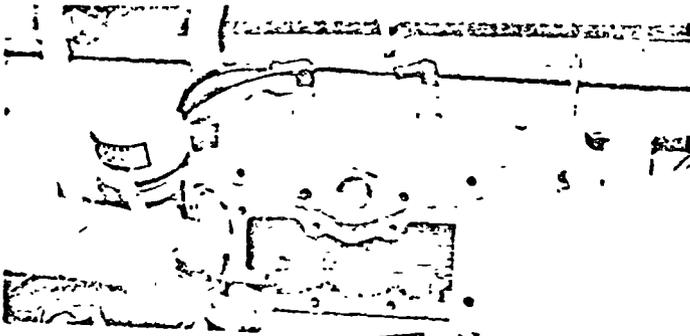
### Key to Lubricants:

- CD - Engine Service Classification CD or MIL-L-2104C
- CC - Engine Service Classification CC, MIL-L-21048 or MIL-L-46152
- EO - EO
- CC; CC
- HYDO - EO or certified Industrial-type Hydraulic Oils
- MPGM - Multipurpose-type Grease with Molybdenum Disulfide



**EVERY 2000 SERVICE HOURS OR 1 YEAR**

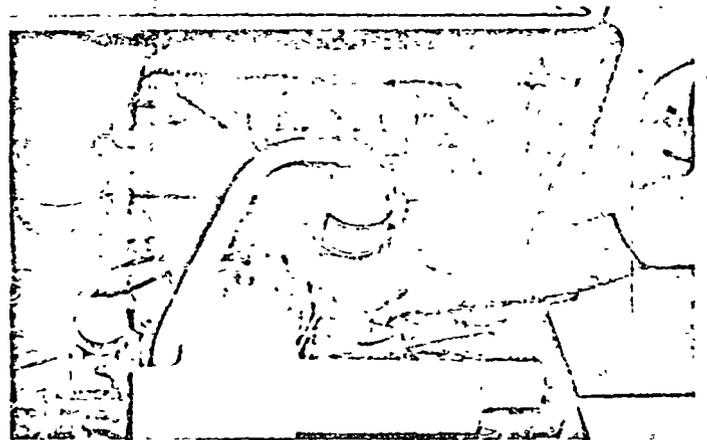
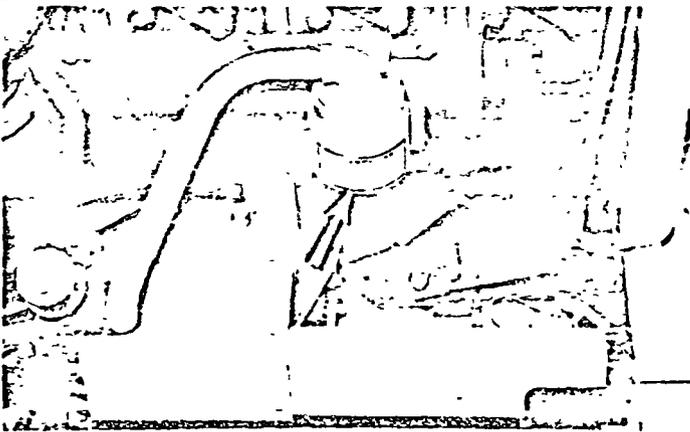
**49) STARTING ENGINE VALVE LASH**



1. Remove carburetor and cover. Crank engine until valve is closed. Check adjustment. Correct adjustment allows .008 inch (0.2 mm) clearance. Check each valve and adjust if necessary.

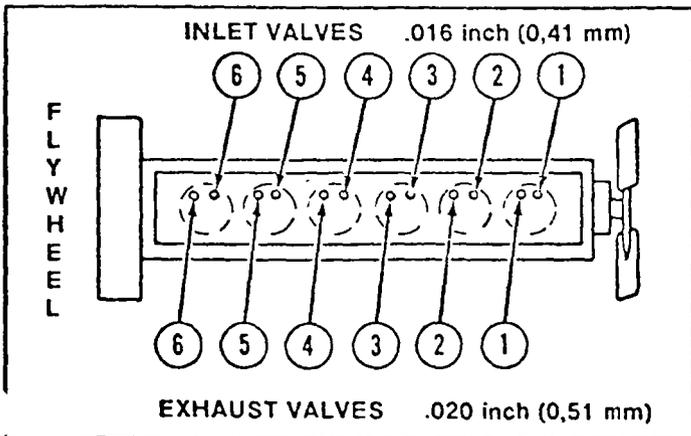
2. Hold lifter and turn adjusting screw to obtain correct clearance. Install cover and carburetor.

**50) STARTING ENGINE AIR CLEANER**



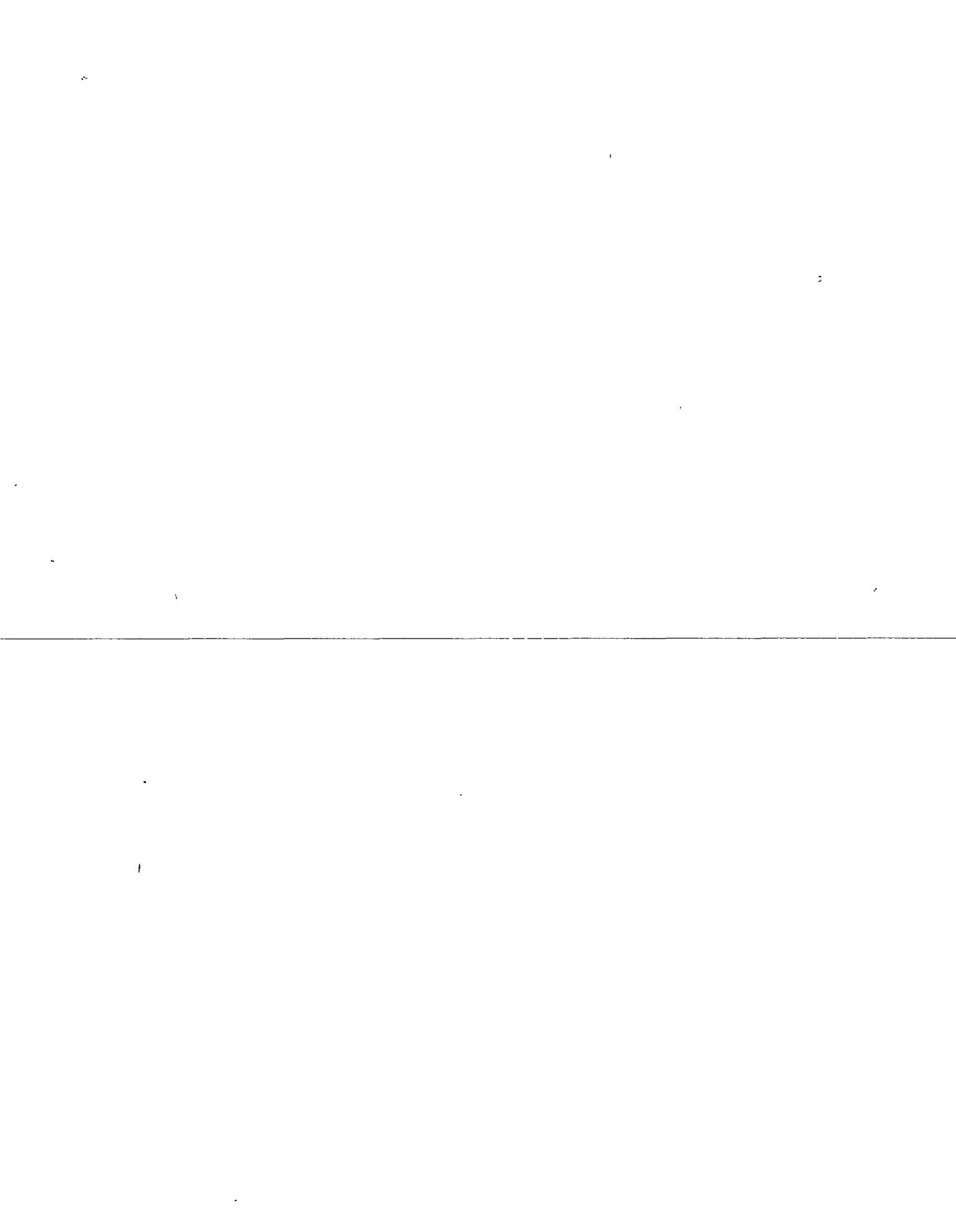
Remove cover and element. Discard used element and install a new one. Install cover.

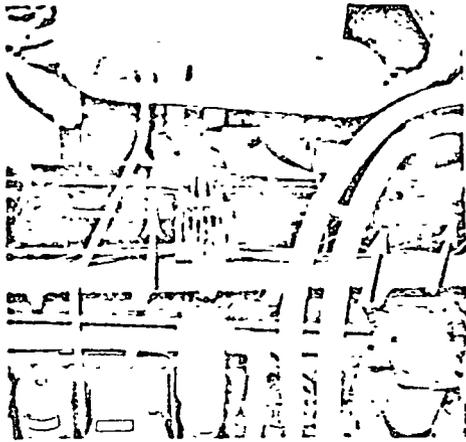
**51) DIESEL ENGINE VALVES AND COMPRESSION RELEASE**



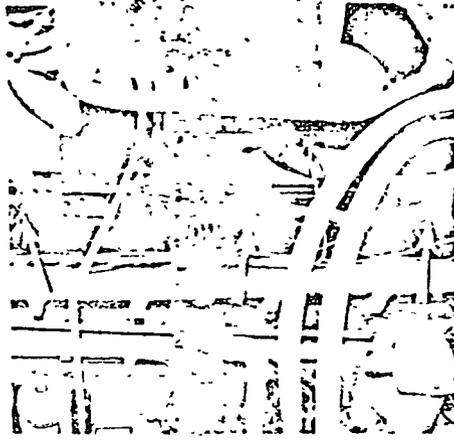
Check valve lash with engine stopped.  
Compression release must be in RUN position.

1. Remove valve covers.  
2. Turn flywheel to close No. 1 exhaust and inlet valves.





3. Check lash at No. 1, No. 2 and No. 4 inlet valves. Adjust if necessary.



4. Check lash at No. 1, No. 3 and No. 5 exhaust valves. Adjust if necessary.

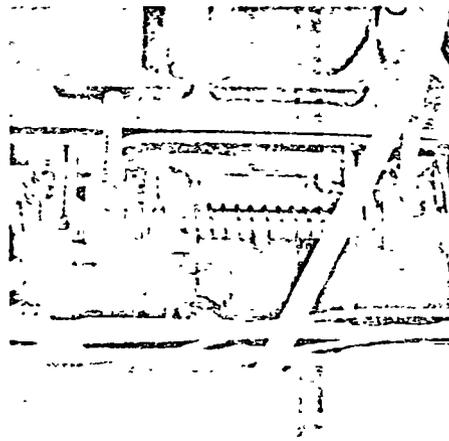
5. Turn flywheel 360° to close No. 6 exhaust and inlet valves.

6. Check lash for No. 3, No. 5 and No. 6 inlet valves. Adjust if necessary.

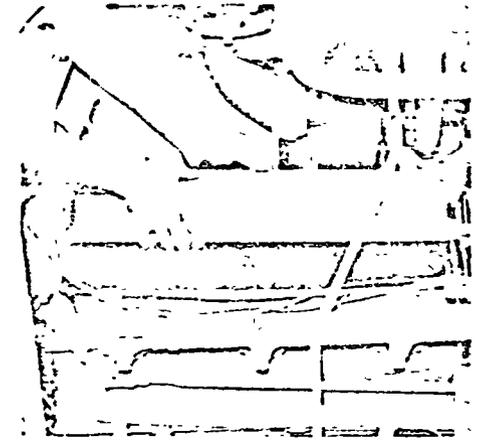
7. Check lash for No. 2, No. 4 and No. 6 exhaust valves. Adjust if necessary.



8. Check compression release push rod clearance. Correct clearance is .025 to .030 inch (0,65 to 0,75 mm). Adjust if necessary.

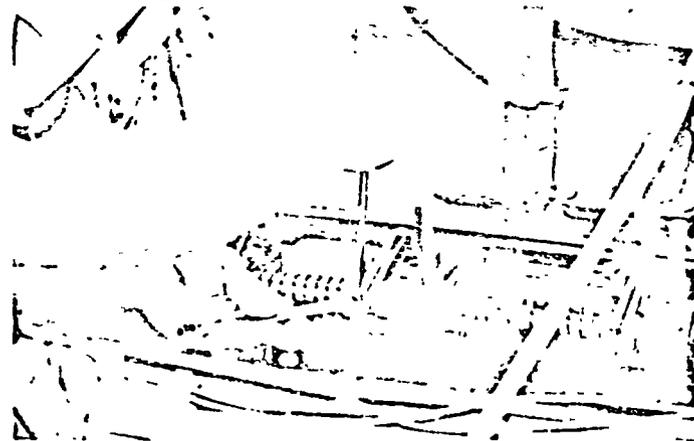


9. Start engine and operate at low idle. Check valve rotation. If valves do not rotate, see your Caterpillar dealer.



10. Install valve covers.

### Adjusting Valve Lash



Loosen locknut and turn adjusting screw to obtain correct adjustment. Tighten locknut and recheck adjustment.

### Adjusting Compression Release



Loosen locknut and turn end of push rod to obtain correct adjustment. Tighten locknut and recheck adjustment.

## REFILL CAPACITIES (Approximate)

COMPARTMENT OR SYSTEM	U.S. MEASURE	METRIC MEASURE	IMPERIAL MEASURE
Diesel engine crankcase	8.75 gal.	33 ltr.	7.25 gal.
Transmission, <sup>(1)</sup> bevel gear and steering clutch compartment	31 gal.	117 ltr.	25.75 gal.
Final drives (each)	9.50 gal.	36 ltr.	8 gal.
Starting engine crankcase	.75 gal.	3 ltr.	.60 gal.
Starting engine transmission	1.25 qt.	1.25 ltr.	1 qt.
Cable control gear case	1.50 gal.	5.75 ltr.	1.25 gal.
Hydraulic control (tank only)	24 gal.	91 ltr.	20 gal.
Cooling system	31 gal.	117 ltr.	25.75 gal.
Diesel fuel tank	134 gal.	507 ltr.	112 gal.
Starting engine fuel tank	1.25 gal.	4.75 ltr.	1 gal.
Winch oil sump <sup>(2)</sup>	16.5 gal.	62.4 ltr.	13.7 gal.

<sup>(1)</sup> Quantity of oil in transmission may be increased by 10% when operating on severe slopes.

<sup>(2)</sup> Use same type of oil as used in engine.

### CATERPILLAR BOLT TORQUE VALUES FOR GROUND ENGAGING TOOLS

PLOW BOLT SIZE	RECOMMENDED TORQUE*
5/8 in (16 mm)	195 ± 25 lb ft (27 = 3.4 mkg)
3/4 in (19 mm)	350 ± 50 lb ft (48 ± 6.9 mkg)
7/8 in (22 mm)	565 ± 85 lb ft (78 = 11.7 mkg)
1 in (25 mm)	900 ± 110 lb ft (124 = 15 mkg)

\*These values are applicable only to Caterpillar plow bolts.

# FUELS AND LUBRICANTS

## Diesel Fuel

Use only distillate fuels (ASTM No. 1 or No. 2 Diesel Oil or No. 1D or No. 2D Diesel Fuel Oil) with a minimum cetane number of 35. Heavier oil is generally preferable because of its higher energy content. Contact your Caterpillar dealer regarding fuels marketed in your area.

## Lubricating Grease

Use Multipurpose-type Grease (MPGM) which contains 3-5% molybdenum disulfide conforming to MIL-M-7866, and a suitable corrosion inhibitor. NLGI No. 2 Grade is suitable for most temperatures. Use NLGI No. 1 or No. 0 Grade for extremely low temperatures.

## Engine Oils (EO)

CD - Use oils that meet Engine Service Classification CD or MIL-L-2104C.

CC - Use oils that meet Engine Service Classification CC, MIL-L-2104B or MIL-L-46152.

## Hydraulic Oil (HYDO)

Use EO or industrial-type hydraulic oils which are certified by the supplier as having anti-wear, anti-foam, anti-rust and anti-oxidation additive properties.

### RECOMMENDED LUBRICANTS AT VARIOUS STARTING TEMPERATURES

COMPARTMENT OR SYSTEM	ABOVE 32°F (0°C)	32°F to 10°F (0°C to -12°C)	BELOW 10°F (-12°C) <sup>(1)</sup>
<b>CD</b>			
Diesel engine crankcase	SAE 30	SAE 10W <sup>(12)</sup>	SAE 10W <sup>(11)</sup>
Winch oil sump	SAE 30	SAE 10W <sup>(12)</sup>	SAE 10W <sup>(11)</sup>
Cable control gear case	SAE 30	SAE 30	SAE 10W
Transmission, bevel gear and steering clutch	SAE 30	SAE 30	SAE 10W
rack rollers and idlers	SAE 30	SAE 30	SAE 30
<b>HYDO</b>			
Hydraulic system	SAE 10W	SAE 10W	SAE 10W
<b>EO</b>			
Final drives	SAE 50 <sup>(2)</sup>	SAE 50 <sup>(2)</sup>	SAE 30
<b>CC</b>			
Starting engine crankcase	SAE 10W	SAE 10W	SAE 10W
Starting engine transmission	SAE 30	SAE 10W	SAE 10W

<sup>(1)</sup> SAE 10W oil may be used in the diesel engine even if daytime ambient temperature rises to 70°F (21°C). Below -10°F (-23°C) it may be necessary to warm the engine oil so the engine can be cranked and the oil will circulate freely.

<sup>(2)</sup> If SAE 50 is not available, consult your Caterpillar dealer.

<sup>(3)</sup> Below -10°F (-23°C) consult your oil supplier for special Arctic Lubricants.

#### Key to Lubricants:

CD - Engine Service Classification CD, or MIL-L-2104C

CC - Engine Service Classification CC, MIL-L-2104B, or MIL-L-46152

EO - CD, CC

HYDO - EO, or certified Industrial-type Hydraulic Oils

MPGM - Multipurpose-type Grease with 3 to 5% Molybdenum Disulfide

### General Service Recommendations

Fill fuel tank at the end of each day of operation to drive out moisture laden air and prevent condensation.

Check fuel level with dipstick in filler opening.

Me: breathers should be washed in clean solvent and lightly oiled before reinstalling.

Use clean water that is low in scale forming minerals, not softened water.

Add Caterpillar Coolant System Inhibitor to coolant. Follow recommendation given on container.

Use all fittings, caps and plugs before servicing.

---

FORMATO DE BITACORA

Forma No.

1.- INDICE DE CONTENIDO DE BITACORA	
2.- FOLLETO	
3.- FACTURA (COPIA FOTOSTATICA)	
4.- PEDIMENTO ADUANAL (COPIA FOTOSTATICA)	
5.- ENVIO DE EQUIPO	M-5
6.- CONTROL DE CALIDAD (ENVIO)	M-7
7.- RECEPCION DE EQUIPO	M-6
8.- CONTROL DE CALIDAD (RECEPCION)	M-7
9.- REPORTE DEL ESTADO MECANICO DE EQUIPO MAYOR	M-4
10.- CONTRATO DE ARRENDAMIENTO (EQUIPO PROPIEDAD DE TERCEROS)	
11.- PROGRAMA DE REPARACIONES MAYORES	M-9
12.- SOLICITUD DE REPARACIONES MAYORES	M-10
13.- TABLA DE LUBRICACION	
14.- INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
15.- REPORTE DE MANTENIMIENTO DIARIO (10 HORAS)	M-19
16.- REPORTE DE MANTENIMIENTO (100 HORAS)	M-20
17.- REPORTE DE MANTENIMIENTO (500 HORAS)	M-21
18.- REPORTE DE MANTENIMIENTO (1000 HORAS)	M-22
19.- REPORTE DE CONSUMO MENSUAL DE LUBRICANTES	M-14
20.- REPORTE DE ANALISIS DE ACEITE	M-15
21.- REPORTE MENSUAL DE MEDICION DE TRANSITOS Y/O LLANTAS	M-13
22.- ORDENES DE TRABAJO	M-12
23.- LIQUIDACION DE REPARACION DE EQUIPO MAYOR	M-11
24.- CONTROL MENSUAL DE HORAS TRABAJADAS, TIEMPOS PERDIDOS Y REPARACIONES EFECTUADAS	M-16
25.- CONTROL GENERAL DE HORAS MAQUINA	M-17
26.- CONTROL GENERAL DE HOROMETROS Y SERVICIOS	M-18
27.- CONTROL DE CALIDAD ENVIO	M-7
28.- ENVIO DE EQUIPO	M-5
29.- RECEPCION DE EQUIPO	M-6
30.- CONTROL DE CALIDAD RECEPCION	M-7



DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO  
=====

INSTRUCTIVO Y FORMAS DE CONTROL PARA  
LA BITACORA DE MANTENIMIENTO

- 1.- INDICE : Toda bitácora contendrá el índice de los reportes que se deben incluir.
- 2.- FOLLETO : El Departamento de Mantenimiento deberá anexar el folleto correspondiente a cada máquina, en el que se ilustran sus características y datos técnicos.
- 3.- FACTURA : Contendrá una copia fotostática para cualquier aclaración legal.
- 4.- PEDIMENTO ADUANAL : Se anexará acompañado de la factura.
- 5.- ENVIO : Todo equipo que sea trasladado de un lugar a otro deberá llevar su envío de maquinaria en donde se especifica la fecha, quien la envía, el lugar de envío, los datos generales de la máquina y sus componentes; también se relaciona la documentación e informes que se anexan.
- 6.- CONTROL DE CALIDAD ENVIO: Es el reporte en donde se especifica el estado que guardan los componentes del equipo, se anexa con el envío.
- 7.- RECEPCION : Cuando se recibe una máquina en obra, se debe levantar una recepción con las mismas características del envío. Se debe reportar de inmediato la recepción de un equipo al Departamento de Maquinaria.
- 8.- CONTROL DE CALIDAD RECEPCION : Especifica el estado general de la máquina al recibirse. Acompaña a la recepción.
- 9.- REPORTE DEL ESTADO MECANICO DE EQUIPO MAYOR : En este reporte se indican las partes recién reparadas, medidas, tolerancias y que condiciones guardan. Se anexa a envío y a control de calidad envío. Este reporte es opcional, se controlará internamente en obra.



- 10.- CONTRATO DE ARRENDAMIENTO : En caso de que la máquina sea rentada a terceros, se anexará el contrato de arrendamiento, para que la obra conozca las condiciones en que fué rentado el equipo y tomar las decisiones necesarias para el mantenimiento y operación.
- 11.- PROGRAMA DE REPARACIONES MAYORES :  
El Departamento de Mantenimiento, formulará de acuerdo con el estado de la máquina y las horas trabajadas, un programa tentativo de reparaciones mayores sujeto al trabajo real en obra.  
Si la máquina se entrega en obra o taller, debe llevar su programa con la fecha en que debe efectuarse dicha reparación.  
El Departamento de Maquinaria (Mantenimiento), supervisaré los talleres y al personal mecánico con que cuenta la obra, para autorizar o designar a otros talleres dichas reparaciones para obtener garantías y tiempos de entrega.
- 12.- SOLICITUD DE REPARACIONES MAYORES :  
Se llenará la solicitud estipulando el lugar donde se realizará la reparación, mencionando los datos generales de la máquina y la descripción completa de las reparaciones a efectuar; indicando las fechas probables de iniciación y terminación, así como el presupuesto correspondiente.
- 13.- TABLA DE LUBRICACION :  
Nos indica con esquemas las partes que se deben lubricar y los periodos de tiempo para efectuar los mantenimientos adecuados.
- 14.- INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO :  
Es la guía de mantenimiento preventivo, que se tiene que efectuar cada 10, 100, 500 y 1000 horas para la conservación general del equipo. Este instructivo se llevará de acuerdo a los puntos indicados para cada mantenimiento y de acuerdo con éste y el programa de utilización de equipo en obra, se formarán los stocks para mantenimiento preventivo.
- 15 al 18.- REPORTE DE MANTENIMIENTO :  
Reportes de mantenimiento preventivo 10, 100, 500 y 1000 horas.  
Se formaron de acuerdo al instructivo de manteni-

miento. Se levantarán físicamente al realizar el servicio establecido en cada punto indicado en el reporte. En caso de no realizar el servicio o de encontrar alguna anomalía en algún componente, se reporta en el reverso del reporte que se está levantando.

El reporte diario o de 10 horas, no se incrementará en la bitácora; el Ing. Mecánico de obra lo archivará esterioresmente para cualquier aclaración con el Departamento de Maquinaria. Los reportes de 100, 500 y 1000 horas, se incrementarán en la bitácora.

19.- REPORTE DE CONSUMO MENSUAL DE LUBRICANTES :

Se anexará a la bitácora mensualmente, para llevar los promedios mensuales y costos de consumos por máquina.

20.- REPORTE DE ANALISIS DE ACEITE :

Se anexará a la bitácora mensualmente el analisis del laboratorio de aceites, el cual servirá para detectar posibles desgastes normales prematuros, desprendimientos de metales interiormente lo que nos dará una solución inmediata para reparar los componentes mecánicos dañados.

21.- REPORTE MENSUAL DE TRANSITOS Y/O LLANTAS :

Cuando se trate de tractores de carriles ó equipos sobre neumáticos; el Ing. Mecánico debe reportar mensualmente los desgastes habidos sobre estos componentes, en sus reportes correspondientes, para conocer el promedio de desgastes mensuales y en condiciones extremas, poder tomar las precauciones debidas.

22.- ORDENES DE TRABAJO :

En base al reporte diario de mantenimiento se formularán las órdenes de trabajo de mantenimiento preventivo, correctivo y reparaciones mayores. Este reporte lo controlará internamente obra.

23.- LIQUIDACION DE REPARACION DE EQUIPO MAYOR :

Una vez efectuado el mantenimiento preventivo, correctivo o reparaciones mayores, se concentrarán las órdenes de trabajo totales, en un informe de reparación, anexándose a la bitácora.

24.- CONTROL MENSUAL DE HORAS TRABAJADAS :

Este reporte se llenará en base a los reportes

diarios de mantenimiento (Forma M-16), teniéndose que enviar copia del concentrado, mensualmente.

25.- CONTROL GRAL DE HORAS  
MAQUINA :

En base al horómetro inicial, se principiará a asentar los horómetros por mes y se llevara el control de horas trabajadas acumuladas; en caso de cambiar horómetros por desperfecto, asentar en observaciones la fecha en que se reinstaló el nuevo y el lapso de tiempo que se trabaje sin horómetro.

26.- CONTROL GRAL. DE HORO-  
METROS Y SERVICIOS :

Se irá asentando diariamente el horómetro y los servicios de mantenimiento de 100, 500 y 1000 horas efectuados.

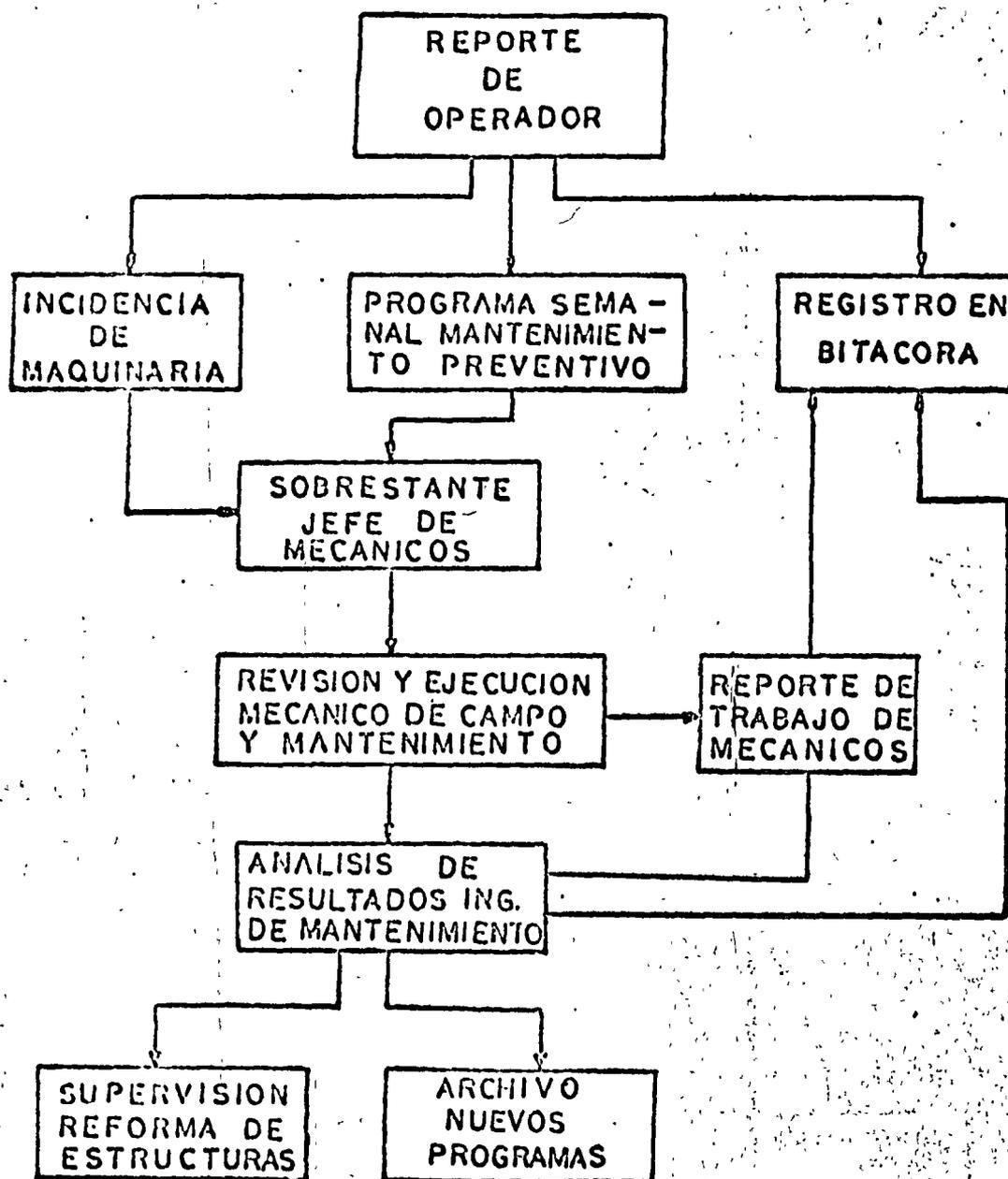
27.- CONTROL DE CALIDAD ENVIO : Idem punto 6 de este instructivo.

28.- ENVIO DE EQUIPO : Idem punto 5 de este instructivo.

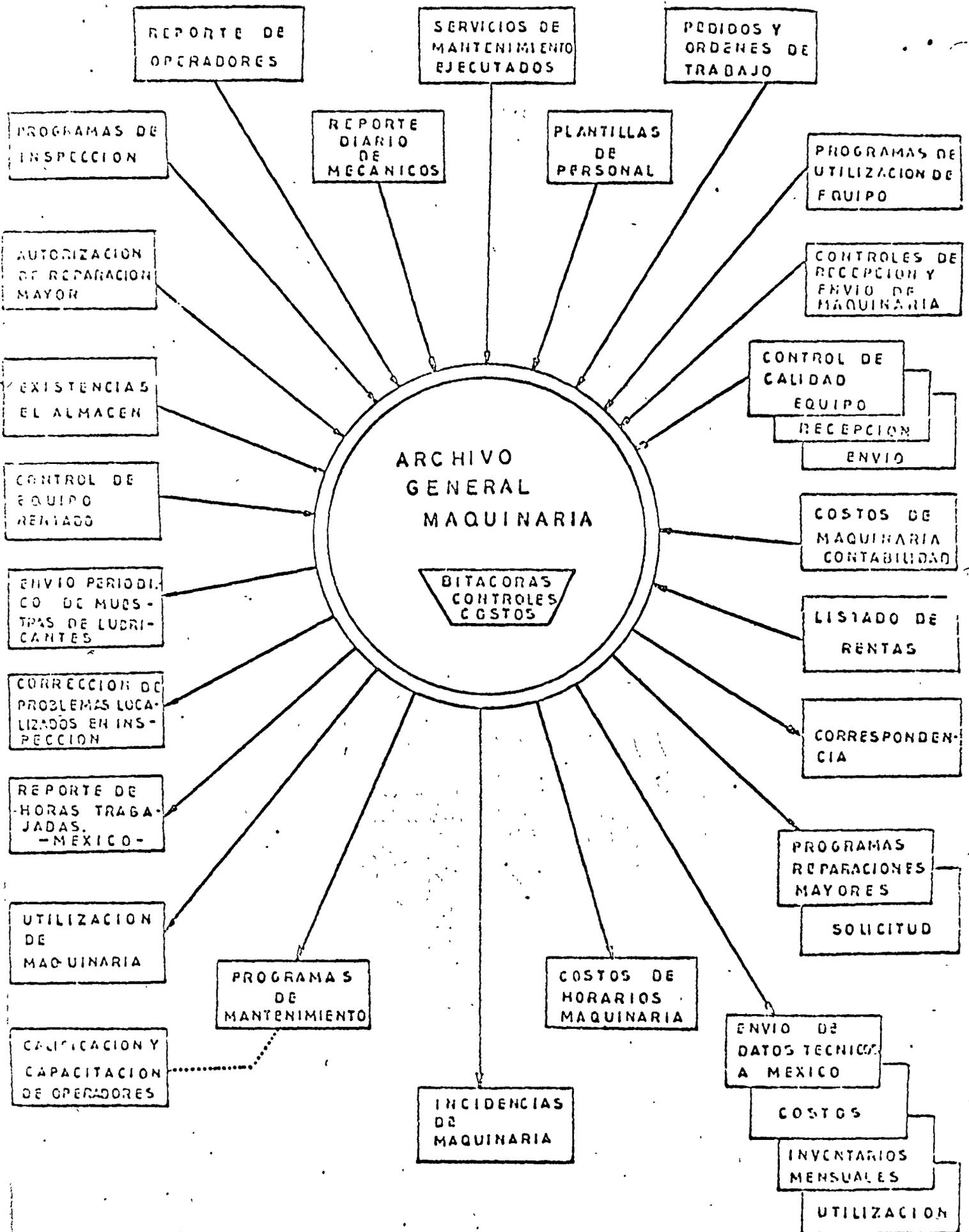
29.- RECEPCION DE EQUIPO : Idem punto 7 de este instructivo.

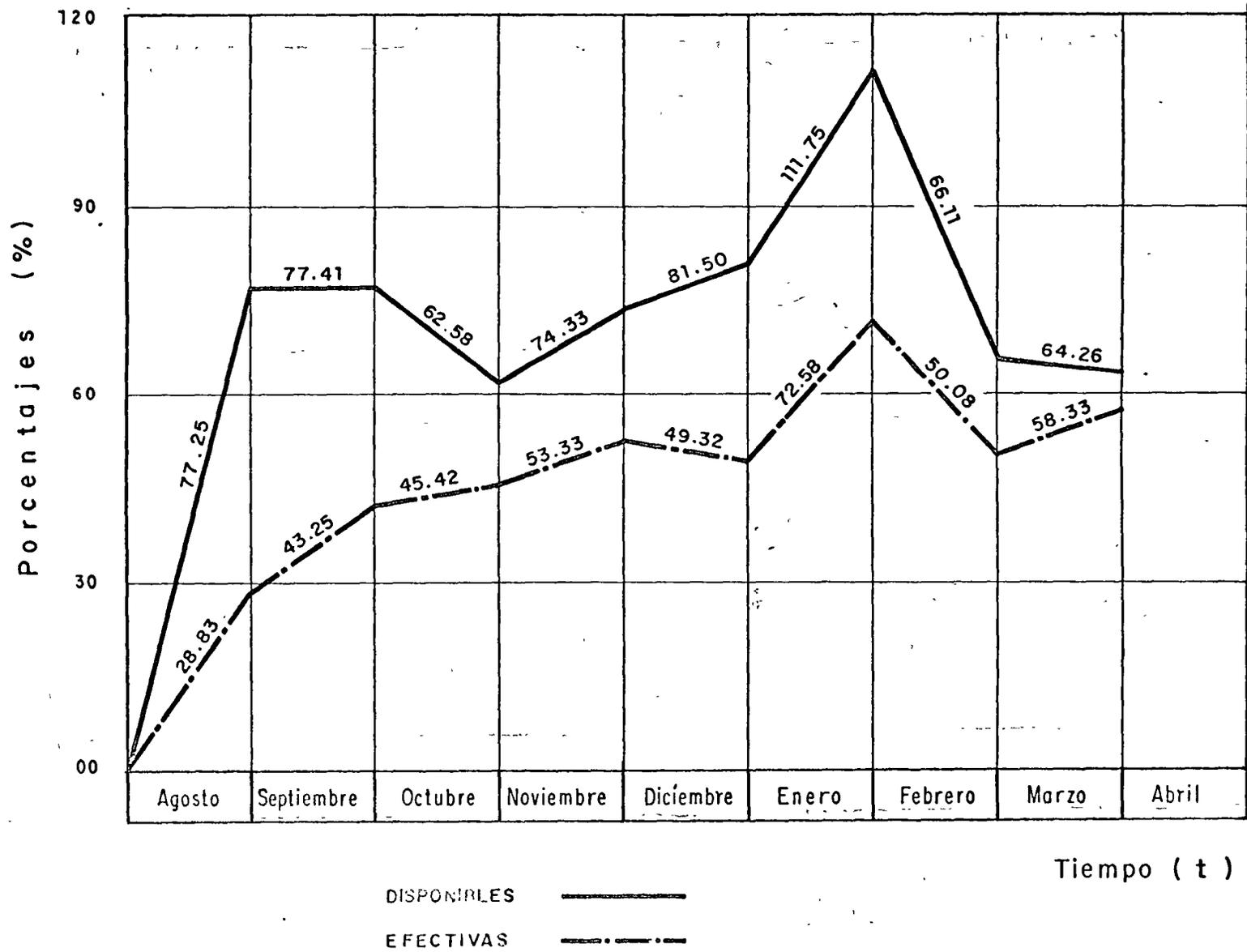
30.- CONTROL DE CALIDAD  
RECEPCION : Idem punto 8 de este instructivo.

# DIAGRAMA DE FLUJO REPORTE DE OPERADORES



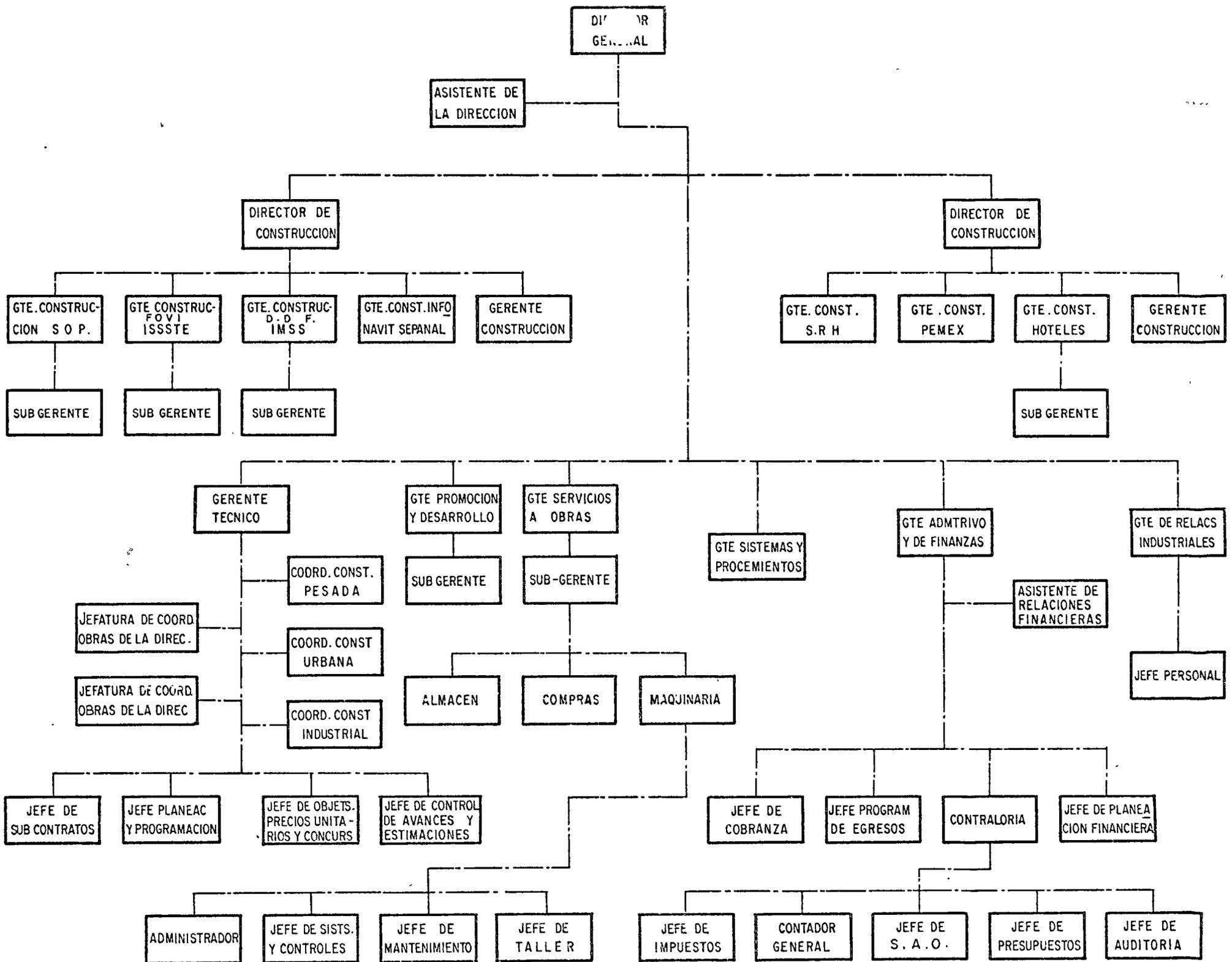
# DIAGRAMA DE CONTROL DE MANTENIMIENTO



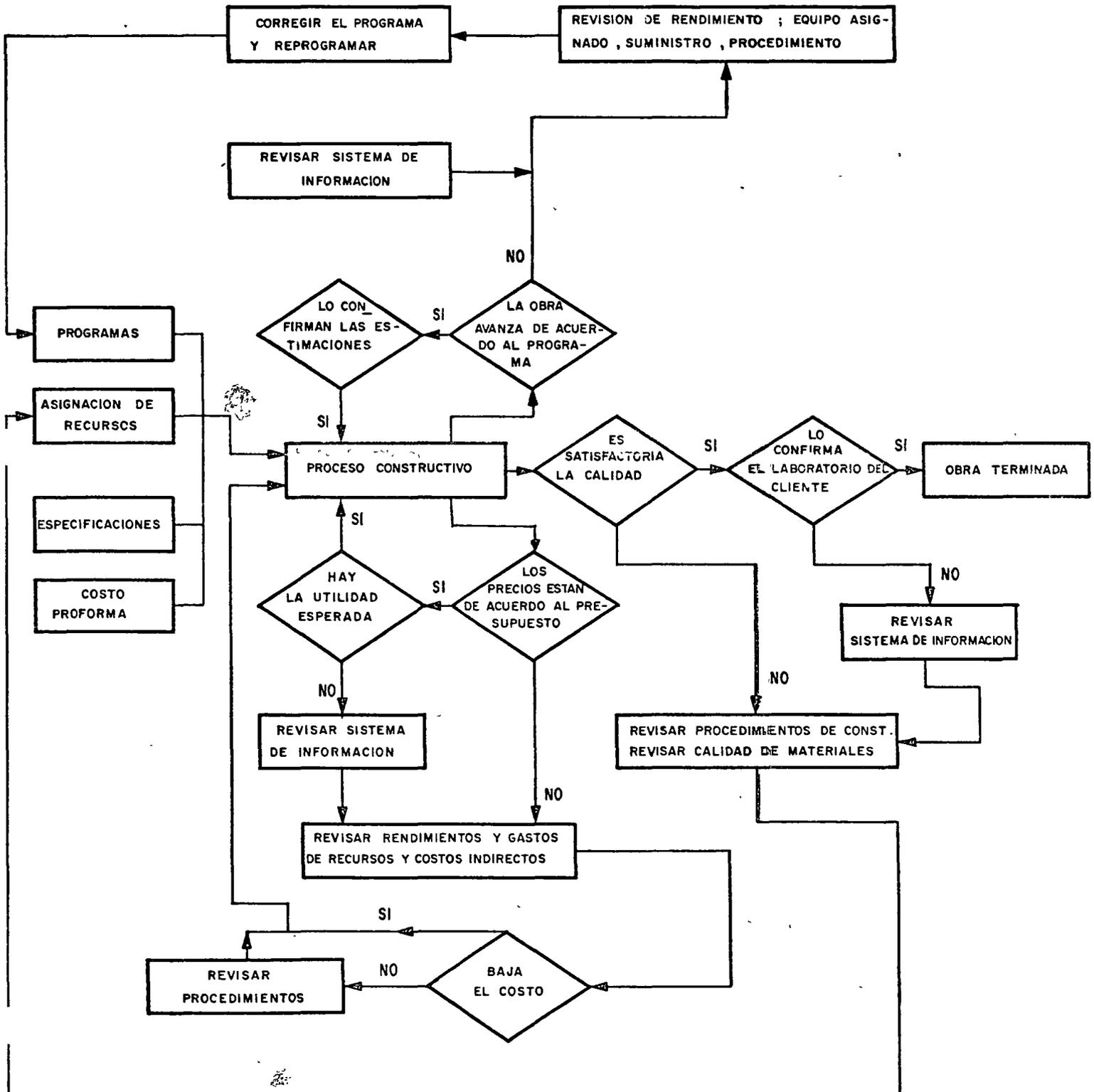


Gráficas de % de horas efectivas y horas disponibles de Moto - Escrapas , de la obra de B.C.  
 ( Scu Guintén )





# DIAGRAMA DE FLUJO DE INFORMACION



## 1. CHECK LIST PARA INICIAR UN PROYECTO

Para poder iniciar un Proyecto nuevo o iniciar una Ampliación de un Proyecto en proceso. La Gerencia de Construcción respectiva necesitará:

- a) El Contrato del mismo debidamente firmado o bien la aprobación de la Dirección correspondiente para poder iniciar sin él. En el segundo caso se deberá poner la fecha compromiso de firma.
- b) Adjuntar los Precios Unitarios aprobados o bien los de tabulador con los que se estimará en tanto se obtiene la aprobación de los definitivos, y su calendario de aprobación.
- c) Presentar la Planeación Integral del mismo, que constará de:

Programa General  
Programa de Subcontratos  
Programa de Materiales  
Programa de Equipo  
Programa de Personal Técnico  
Programa de Personal de Obra,

así como su planeación financiera, que incluirá el Cash-Flow y su programa de Remesas.

En caso de no contar con lo anterior, se hará una Planeación de Emergencia, que será válida únicamente por el primer mes y en tanto se integren los definitivos.

En caso de aceptación del Programa de Emergencia, los definitivos deberán entregarse en ese lapso y en caso contrario, se suspenderán los suministros totales, hasta su cumplimiento.

- d) Los Objetivos del Proyecto, desde su iniciación hasta su terminación y derivados del programa.
- e) Para la iniciación, una vez contando con lo anterior y para que las áreas de apoyo le den trámite a las solicitudes de Remesas, Materiales, Subcontratos, Equipo y Personal, la hoja de Iniciación deberá tener la firma de recepción de la Gerencia Técnica y de la Gerencia de Finanzas, las cuales indicarán la recepción de conformidad de los datos necesarios.

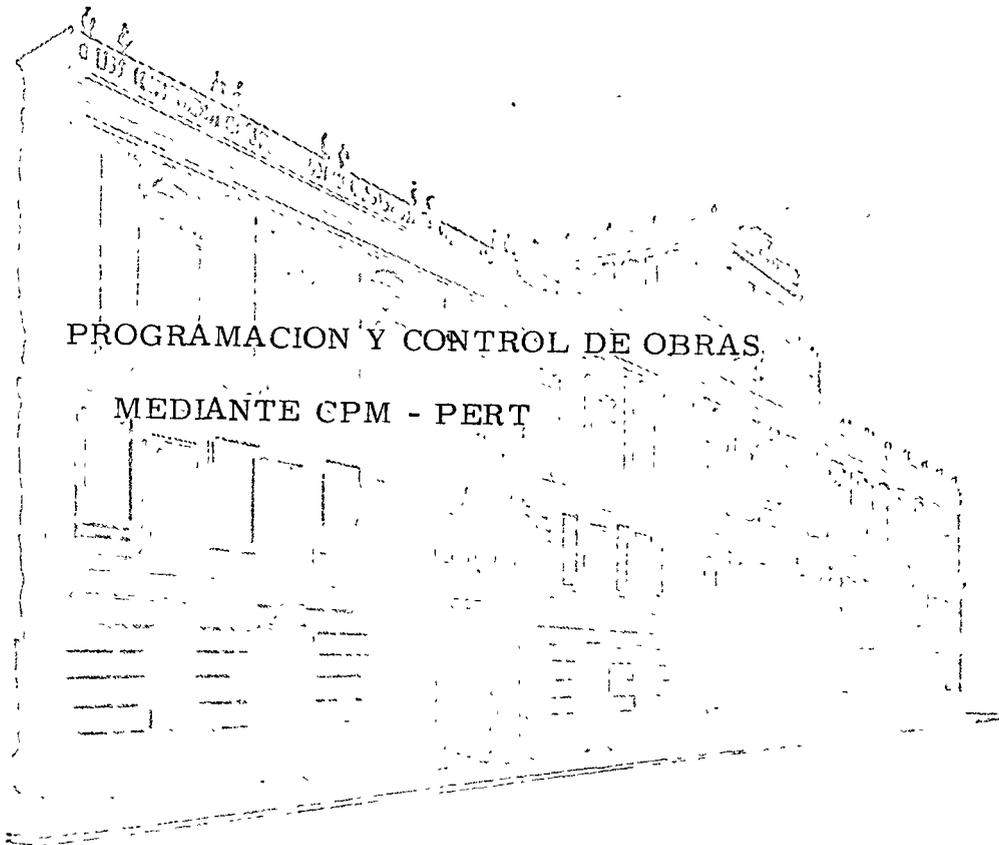
...



centro de educación continua  
división de estudios superiores  
facultad de ingeniería, unam



PROGRAMACION Y CONTROL DE OBRAS  
(CHIHUAHUA)



Ing. Sergio Favela  
Agosto, 1977

## PROGRAMACION Y CONTROL DE OBRAS MEDIANTE CPM - PERT

### INTRODUCCION

Hasta antes de 1957 la programación y el control de un proceso productivo sólo era posible llevarse a cabo, a base de "diagrama de barras" o "diagrama de Grantt", el cual consistía en predeterminar -- cuales eran las actividades principales, cuál su duración y representarl as a cierta escala de manera que a cada actividad le correspondía un renglón de la lista, que generalmente establecía también el orden de ejecución de las actividades, situándose la barra representativa de cada actividad a lo largo de una escala de tiempos efectivos. Si -- después de emplear el criterio personal, se obtenía una fecha de terminación igual a la presupuesta, se aceptaba dicho diagrama, en caso -- contrario y basados únicamente en la experiencia y la intuición del -- programador se reducía la dimensión de las barras hasta obtener la fecha de terminación deseada.

A principios de 1957 el ingeniero Morgan R. Walker y el ingeniero James I. Killey Jr., pusieron a prueba el método de la "Ruta -- Crítica" ("Critical Path Method") en la construcción de una planta -- química para la compañía Dupont; desde entonces y debido a las bondades de dicho método, su difusión ha sido mundial y su aplicación, a -- problemas de muy diversa naturaleza.

En México el "Critical Path Method" ha sido usado desde 1961 -- por la Secretaría de Obras Públicas para la construcción de edificios, con inmejorables resultados y desde 1962 por la Comisión Federal de -- Electricidad para controlar las grandes obras de electrificación que realiza en el país.

En 1958 la firma "Allen and Hamilton" de Chicago, Illinois, desarrolló para la Marina de Estados Unidos el método "Pert" ("Program Evaluation and Review Technique"), método empleado para controlar el

## Densidad de Probabilidad

a

m

b

x

A pesar de que la aplicación original de los sistemas tipo PERT se llevo a cabo en la evaluación de los itinerarios en las labores de programas de investigación y desarrollo, en EE. UU. por ejemplo ha sido aplicado en 1) programas de construcción, 2) programación en computadoras, 3) mantenimiento y 4) instalación de sistemas de cómputo, 5) Producción de películas, 6) campañas políticas y 7) cirugía de tipo complejo.

USO LIMITADO DE COMPUTADORAS EN LA INDUSTRIA  
DE LA CONSTRUCCION

No obstante que un gran número de industrias han empleado especialistas y establecido centros de computo, la mayor parte de ellas no cuentan con tales facilidades. Es verdad que ellas pueden hacer uso de centros de servicios de computo y en muchos casos de sistemas interactivos en sus propias oficinas. Sin embargo esto es inconveniente o bien existe una adecuada apreciación de los beneficios que están disponibles. El Manejo Manual de estos metodos puede ocasionar una aplicación más extendida de C. P. M. para problemas de moderada complejidad que involucren planeación original del proyecto, revisiones subsecuentes a la planeación del proyecto, control del proyecto y cambios en el contrato con los clientes. A medida que la familiaridad con el metodo crece y problemas mucho más complejos son atacados, el uso de las computadoras será naturalmente el siguiente paso a dar.

DESVENTAJAS DE PROGRAMAS DE COMPUTADORA DESARROLLADOS A LA FECHA QUE OFRECEN UNA SOLUCIÓN SATISFACTORIA AL PROBLEMA

Todos los metodos para resolver el problema de programación de obras, requiere de simplificaciones para la operación de las relaciones tiempo-costos. Pero los metodos de computadora requieren que estas simplificaciones sean aplicadas a los rangos más altos de operaciones. Más aún, ellas son menos flexibles en permitir revisiones de entrada de datos a medida que la programación vaya tomando forma. El metodo manual permite al analista retener más control de criterio al hacer cambios en los datos de entrada. También le permite establecer el punto de partida que limita el rango sobre el cual las simplificaciones deben ser aplicadas. Con la computadora, todos los datos de entrada deben ser dados al mismo tiempo, mientras que en la forma manual la introducción de nuevos datos es permitida a medida que el programa se vá desarrollando. En forma automática se supone que cada operación es independiente excepto para las rela

ciones secuenciales indicadas por la red del proyecto. En sí, las interacciones de costos entre operaciones, frecuentemente se derivan cuando cambios en la programación son efectuados. En forma manual se permite al analista experimentar con tales cambios que pueden efectuar varias operaciones.

En la medida en que se gane experiencia en la mecánica del C. P. M. mejores programas de computadoras que eliminen sus desventajas probablemente sean desarrollados. En contra de estas justificaciones para un ataque manual del problema existen unas muy obvias desventajas que incluyen:

- 1) Un monto considerable de computo y registro de datos, aún para problemas de pequeña complejidad.
- 2) La muy favorable oportunidad de error involucrada en cualquier gran rutina de calculos.
- 3) El gran tiempo involucrado en efectuar las rutinas de computo.
- 4) La reluctancia a hacer cambios en la red del proyecto que pudiera requerir que muchas de las rutinas de computo sean repetidas.
- 5) La inconveniencia de actualizar frecuentemente el programa de actividades lo cual también pudiera requerir la repetición de una porción considerable de trabajo de computo.

En cierto sentido estas desventajas pueden ser aligeradas mediante:

- 1) El desarrollo de metodos para chequeo de resultados.
- 2) Desarrollando y usando formas impresas de gran flexibilidad que permitan adecuadamente el uso de las operaciones de computo.
- 3) Desarrollando procedimientos para una fácil actualización de datos.

Estos deben incluir:

- a) Presentación de datos en Pizarrón.
  - b) Ordenamiento de datos por medio de archivos de tarjetas que permita cambios simples en el orden de precedencia.
- 4) Efectuando solamente una solución incompleta pero suficiente del problema. Un considerable trabajo se involucra en la ejecución del programa de obra si hay una variación en las faces del metodo. Mientras este procedimiento pueda ser ejecutado mediante varios ciclos, cada ciclo representa un mejor programa de obra, y solamente a pocos ciclos puede dar el optimo programa de obra. De esta manera el proceso generalmente no es necesario ejecutarlo por completo.
- 5) Empleando una buena concepción del problema, convencionalmente el programa de obra se estima como un punto de partida. Los programas de computadora generalmente empiezan al final de todos los proyectos de las curvas tiempo-coste y proceden a acortar el proyecto de este punto. Iniciando con un programa de obra factible para la asignación de un contrato de tiempo, o una consideración razonable, que a muy pocos ciclos de calculos se pueda obtener el programa de obra optimo.

La información de esta fase II puede ser desarrollada aún para proyectos relativamente completos, por medio de métodos manuales. Desde luego que las ventajas de la computadora estriban en la eliminación de errores y en la habilidad para revisiones en la red una vez que la información original es alterada ó modificada.

Finalmente, el hecho de que las operaciones de la fase I puedan ser desarrolladas manualmente y de que las correspondientes a la fase II puedan ser desarrolladas manualmente sin esfuerzo considerable; indica que para estas dos fases, los métodos manuales ofrecen una ayuda invaluable a la industria de la construcción.

3) FASE III.- Esta fase permite variaciones, de tiempo en las actividades así como la asignación de costo a las mismas. El objetivo consiste en determinar la programación de aquellas actividades que producen los costos directos mínimos para una cierta duración del proyecto, o bien determinar tanto la duración del proyecto como el itinerario de desarrollo de aquellas actividades que minimizan el costo total del proyecto.

Esta fase es la más compleja de manejar por cualquiera de los dos métodos que estamos considerando: 1) Del manual y 2) el automático (ó por computadora). Sin embargo es la fase que ofrece las mejores posibilidades para una reducción global del costo del proyecto. Así mismo, será posible inferir que el método manual a desarrollar en esta fase puede ser usado para resolver problemas de moderada complejidad.

La fase II no solamente precede a la fase III sino que también esta puede preceder a aquella. Esto es posterior a la obtención de las duraciones óptimas para cada actividad han sido determinadas mediante la aplicación de la fase III, entonces los correspondientes nuevas fechas de inicio y término, así como las respectivas holguras, deberán ser determinadas a través de la fase II.

## FASE I. CONSTRUCCION DE LA RED

En esta fase desarrollaremos diversas metodologías para la representación gráfica del proyecto. Estas metodologías no son otra cosa que los diferentes tipos de redes o gráficos representativos del proyecto y cuya aplicación esta estrechamente vinculada al tipo de actividades y parametros de las mismas que se desea representar (tiempos, costos, etc). En si, la propia visualización y construcción de la red del modelo es una de las etapas más importantes y probablemente la más difícil del CPM; esto es valido tanto para el desarrollo manual como para el método por computadoras (que poco pueden hacer por nosotros en ésta fase).

Por otra parte el desglose de actividades puede variar considerablemente, puesto que ciertos factores afectan las subdivisiones en las actividades; de entre estos podemos mencionar los siguientes:

1) El tipo de trabajo y la clasificación predominante de mano de obra (albañiles, carpinteros, etc) requerida para su desarrollo. Esto es, las actividades efectuadas por diferentes tipos de cuadrillas de trabajadores, tales como electricistas, plomeros, etc. deberán ser consideradas por separado.

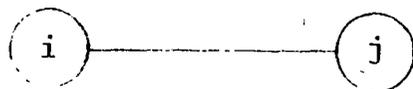
2) Los elementos estructurales involucrados en el proyecto. Por ejemplo en la construcción de un edificio, las actividades correspondientes a la erección de las columnas deberán ser agrupadas separadamente de la construcción de muros, etc.

3) La responsabilidad del contratista general será diferente a la de los subcontratistas de diversos tipos de obra y por lo tanto las actividades que a cada uno le corresponde desarrollar, deberán ser agrupadas por separado.

4) Localidad de la obra. Las actividades desarrolladas en diferentes fechas ó por diferentes cuadrillas de trabajadores, a cause de ser desarrolladas en diferentes localidades, deberán ser consideradas por separado.

El primer paso en la construcción de la red del modelo es la subdivisión del proyecto en actividades, de acuerdo a las observaciones hechas anteriormente; iniciándose la red con un diagrama rudimentario sin pretender aún numerar las actividades.

Una vez que esta primitiva red ha sido terminada, es deseable numerar y refinar la presentación de la red de una manera más ordenada, para lo cual podemos usar la metodología de dibujo mostrada en la fig 1 en la que se dibuja horizontalmente una escala o secuencia de actividades sobre cuyas escalas alineamos verticalmente a las diferentes actividades por medio de círculos. Así posteriormente procederemos a numerarlas verticalmente de arriba hacia abajo y continuando por columnas hacia la derecha, iniciando la numeración en la esquina superior izquierda. A este tipo de metodología se le conoce como RED DE NODOS, en la que los nodos representan a las actividades del proyecto, los arcos que unen a cualquier par de actividades en este tipo de red representan un EVENTO el cual implica una relación de precedencia entre cualquier par de actividades. Observe que en este tipo de red al seguir la escala de secuencia en las actividades se cumple que,

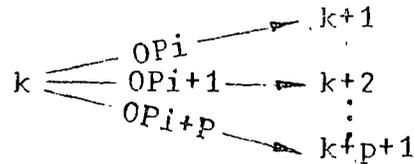


en donde  $i < j$ , para  $i, j$  enteros, indicándose así que la actividad  $i$  debe preceder a la actividad  $j$ . A este tipo de evento ó relación entre las actividades  $i$  y  $j$  se le conoce como TERMINO-INICIO, esto es, la actividad  $j$  no puede iniciarse sin antes haber terminado la actividad  $i$ .

Otro método para la representación gráfica de la red del proyecto consiste en la llamada RED DE FLECHAS mostrada en la fig 2. Aquí las FLECHAS ó arcos dirigidos representan a las actividades y la intersección de ellas representan los eventos. Así las actividades u operaciones (abreviadas como  $OP_i$ ,  $i = \#$  de operación) 1, 2, 3 y 4 concurrentes en el evento 1 (inicio de actividades) deberán iniciarse al mismo tiempo; el evento 2 indicará, que el inicio de las actividades 5 y 6 dependerá del término en la actividad 1. Aquí será neces

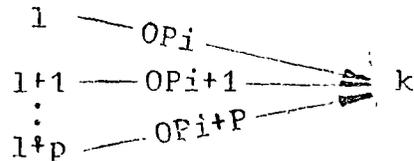
rio incluir lo que ha dado en llamarse ACTIVIDADES FICTICIAS (indicándose con flechas discontinuas y nombradas con DR). Las siguientes observaciones son pertinentes:

Si dos o más actividades, son concurrentes en su inicio i.e.,



tendremos entonces que el evento  $k$  marca el inicio simultáneo de las actividades  $O_{Pi}$ ,  $O_{Pi+1}$ , ...,  $O_{Pi+p}$ ; el cual depende del término de las actividades que concurren a  $k$  en el término (ó hacia adentro).

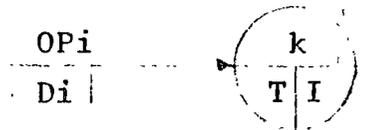
Si dos ó más actividades son concurrentes en su término i.e.,



tendremos entonces que el evento  $k$  marca el término de aquellas actividades  $O_{Pi}$ ,  $O_{Pi+1}$ , ...,  $O_{Pi+p}$  del que depende el inicio de las actividades que concurren en  $k$  en su inicio (ó hacía afuera). Una actividad ficticia nos permite armonizar la relación de precedencia entre cualquier número de actividades. Como ejemplo de redes de las figs 1 y 2 representan a un mismo proyecto, así en la fig 1 la actividad 10 no podrá iniciarse si antes no se terminan las actividades 2 y 6; para las mismas actividades, en la fig 2, se incluye la actividad ficticia  $D_2$  para indicar que las actividades 2 y 6 ( $OP_2$  y  $OP_6$ ) deberán ser terminadas antes de iniciar la actividad 10 ( $OP_{10}$ ). A las actividades ficticias se les considera actividades con duración cero. De manera similar que para el caso de la RED DE NODOS, la numeración de los eventos en la RED DE FLECHAS se efectúa de arriba a

abajo (por columnas) y de izquierda a derecha con el fin de tener una ordenada representación a la red del proyecto).

Un tercer método comúnmente usado es una combinación de ambos tipos de red (nodos y flechas), como el mostrado en la fig 3. Aquí el nodo representa un evento y el arco dirigido entre 2 eventos representa una actividad:



en donde

$k$  = Número del evento

$i$  = Número de la actividad

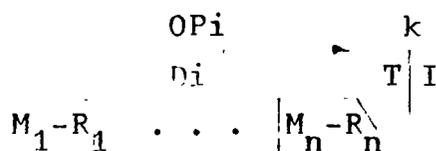
$Di$  = Duración de la actividad  $i$

$T$  = Fecha más tardía o pesimista de terminación de la actividad  $i$

$I$  = Fecha más próxima u optima de iniciación de la actividad  $i$ .

Esta red nos permitirá, además llevar un eficiente control de las operaciones de la FASE II, como veremos más tarde.

Una variante del método anterior es la que nos muestra la fig. 4. en la que es posible llevar un registro de los recursos de diversa índole (humanos, de capital, etc) para cada actividad, así tendremos:



en donde,

$R_1, R_2, \dots, R_n$  = Son los  $N$  tipos de recursos involucrados en la actividad  $i$ .

$M_1, M_2, \dots, M_n$  = Son las  $N$  diversas cantidades de los recursos involucrados en la actividad  $i$ .

Otro método muy popular es el tipo de RED CON ESCALA DE TIEMPO, como el mostrado en las figs. 5 y 6. Este tipo de red es también - una ligera modificación de las dos anteriores y varía únicamente en la escala de tiempos, introducida con el propósito de mostrar algunas de las operaciones de las FASES II y III. Desde luego que en principio es posible solo mostrar aspectos de la FASE II y para esto solo será necesario contar con una red de escala de tiempo como la mostrada en la fig 7.

En este tipo de red (similar a una red de flechas) se incluye a manera de escala de secuencias, una escala de días efectivos de trabajo y otra escala de fechas referidas al calendario oficial. - Además como parte de las operaciones correspondientes a la fase II se incluye una notación especial para indicar que actividades tienen holgura y a partir de que fecha se cuenta con esa holgura para cada actividad. Este tipo de red bien puede usarse como información adicional al convencional diagrama de barras.

## FASE II. ESTIMACION DE LA RUTA CRITICA.

En esta fase la única información de datos requerida, es la correspondiente a la estimación de tiempos para cada actividad. Estas estimaciones normalmente dependen de las siguientes situaciones:

1) Si el método CPM únicamente es aplicado a través de las fases I y II, entonces las estimaciones de tiempos representan una combinación factible de tiempos de actividades, que permite la terminación del proyecto en el tiempo deseado. Así, estas estimaciones serán determinadas por procedimientos convencionales (análisis de tiempos, etc).

2) Si la fase III de CPM es también aplicada, entonces la estimación de tiempos de actividades es aquel que nos proporciona la duración total del proyecto y el costo correspondiente que es el punto de partida para los calculos efectuados en la fase III. Este punto de partida será la programación ó itinerario de actividades que nos proporcione el costo directo mínimo total del proyecto. En esta forma el tiempo para cada actividad será aquel que nos proporcione el costo directo mínimo para dicha actividad. Esto es lo que comúnmente se ha dado en llamar "tiempo normal" y "costo normal". Estos conceptos serán ampliamente detallados en el capítulo referente al método CPM -- con relaciones COSTO-TIEMPO.

También es posible iniciar la fase III en forma manual bajo la condición de "todas las actividades extremas", en la que cada actividad es programada a un tiempo de ejecución mínimo ó "extremo". Esto se verá en la metodología de la fase III, posteriormente.

3) Una vez que la fase III ha sido desarrollada ó llevada a cabo tan lejos como el analista lo desee, los tiempos resultantes por actividad en el proyecto podrán ser retro-alimentados dentro de la fase II.

Finalmente, dentro de la metodología de la FASE II trataremos de desarrollar diversos métodos para el cálculo de la ruta ó rutas críticas del proyecto, así como las holguras o flotaciones asociadas a las actividades.

El primer método, referido a una red como la de la fig 1., le llamaremos NODO-ACTIVIDAD con lo cual indicaremos que los calculos correspondientes a esta fase serán obtenidos de la RED DE NODOS representativa del proyecto, en la que los nodos representan a las actividades. Para esto sean  $k = 1, 2, \dots, N$  las actividades de la red y  $t_k$  los tiempos asociados a cada una de ellas, entonces definiremos de acuerdo a la tabla 1 los siguientes parametros para cada actividad:

a) Para aquellas actividades que no tienen actividades predecesoras,

$$(\text{INICIO OPTIMISTA})_j = \text{Min} \{0, t_j\}, \quad j \notin k$$

b) Para aquellas actividades que tienen solo una actividad predecesora, i, e:

$$\begin{array}{cc} (i) & (j) \\ t_i & t_j \end{array}$$

en donde  $(i, j) \in k$ , tendremos que,

$$(\text{INICIO OPTIMISTA})_j = (\text{INICIO OPTIMISTA})_i + t_i$$

c) Para aquellas actividades que tienen más de una actividades predecesoras, i.e:

$$t_{i_1} \quad i_1$$

$$t_{i_2} \quad i_2$$

$$j \quad t_j$$

$$t_{i_p} \quad i_p$$

en donde  $(i_1, i_2, \dots, i_p) \in k$ ,  $IO_k = (\text{INICIO OPTIMISTA})_k$  así tendremos que:

$$(\text{INICIO OPTIMISTA})_j = \text{Min} \{ (IO_{i_1} + t_{i_1}), (IO_{i_2} + t_{i_2}), \dots, (IO_{i_p} + t_{i_p}) \}$$

d) Una vez calculados los inicios optimistas para todas las actividades, se procede a calcular los TERMINOS OPTIMISTAS de todas estas actividades y que estará dado por:

$$(\text{TERMINO OPTIMISTA})_j = (\text{INICIO OPTIMISTA})_j + t_j$$

para toda  $j \in k$

Hecho esto procedemos a calcular los TERMINOS PESIMISTAS para todas las actividades:

e) Para aquellas actividades que no tienen actividades sucesoras, tendremos,

$$(\text{TERMINO PESIMISTA})_j = (\text{TERMINO OPTIMISTA})_j$$

ó bien,  $TP_j = TO_j$

f) Para aquellas actividades que tienen solo una actividad sucesora, i.e.,

$$t_i \quad (i) \quad (j) \quad t_j$$

en donde  $(i, j) \in k$ , tendremos entonces,

$$TP_1 = TP_j - t_j$$

g) Para aquellas actividades que tienen más de una actividad sucesora, i.e

$$t_i = \min \left\{ \begin{array}{l} (j_1) \quad t_{j_1} \\ (j_2) \quad t_{j_2} \\ \dots \\ (j_p) \quad t_{j_p} \end{array} \right.$$

en donde  $(j_1, j_2, \dots, j_p) \in k$ , así tendremos que:

$$TP_i = \min \left\{ (TP_{j_1} - t_{j_1}), (TP_{j_2} - t_{j_2}), \dots, (TP_{j_p} - t_{j_p}) \right\}$$

h) Una vez calculados los términos pesimos para todas las actividades, se procede a calcular los INICIOS PESIMISTAS de todas las actividades y que estará dado por,

$$IP_j = TP_j - t_j, \text{ para toda } j \in k$$

en donde,  $IP_j = (\text{INICIO PESIMISTA})_j$

i) Finalmente se procede al calculo de las flotaciones ó holguras - por actividad, Sean,

$$FT_j = \text{Flotación total para la actividad } j$$

$FL_j =$  Flotación libre para la actividad  $j$

tendremos entonces:

$$FT_j = TP_j - TO_j \quad \text{para toda } j \in k$$

y que establece el número de unidades de tiempo (días, semanas, -- etc), por el que el término de una actividad puede sobrepasar al término optimista ó probable de terminación de la actividad sin alterar la duración global del proyecto.

## PROGRAMACION A TRAVES DE PCS, IBM/1130.

El paquete de programación para control de proyectos PCS (Project - Control System), es proporcionado por IBM, implementado en máquinas IBM/1130.

Este paquete maneja las tres fases clásicas de CPM, proporcionando algunas capacidades adicionales como el manejo de gráficas de precedencia y gráficas de nodos para la descripción de la red. Además, capacidad adicional en manejo de: calendario, recursos, niveles de organización, milestones, etc.

Proporciona algunas salidas, requeridas como, diagrama de barras, itinerario progreso de actividades, asignación de recursos, utilización de recursos, costos, calendario, etc.

Por características intrínsecas del sistema, se tienen 4 etapas de programación ó ejecución:

- a) Creación de la red. (FASE I)
- b) Ejecución normal. (FASE II)
- c) Actualización y modificaciones (FASE III)
- d) Obtención de Resultados.

que salvo algunos detalles son semejantes a las 3 fases clásicas del CPM, donde el último punto d) nos proporciona facilidades y opciones en la presentación de resultados.

Para la ejecución de este paquete es necesario proporcionar 4 grupos diferentes de tarjetas:

- 1) Tarjetas de control.
- 2) Tarjetas para descripción de la red.
- 3) Tarjetas de actualización y modificaciones.
- 4) Tarjetas para opciones en resultados.

### FASE I. CONSTRUCCION DE LA RED

La Ejecución de la fase I se realiza al proporcionar los si-

güentes tipos de tarjetas:

<u>TARJETA</u>	<u>CODIGO DE IDENTIFICACION</u>
Actividades	G
Relaciones	H
Itinerarios	I
Calendario	C

Para la iniciación de esta etapa se debe proporcionar el tipo de red que se tiene, ya sea esta de nodos ó una red de precedencias.

Internamente el paquete trabaja con una red de precedencias. Esto es, si se proporciona una red de nodos, el programa internamente la transformó en red de precedencias.

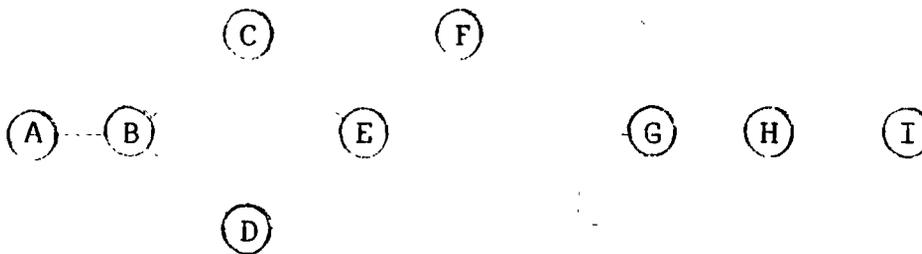


Fig. Red de nodos

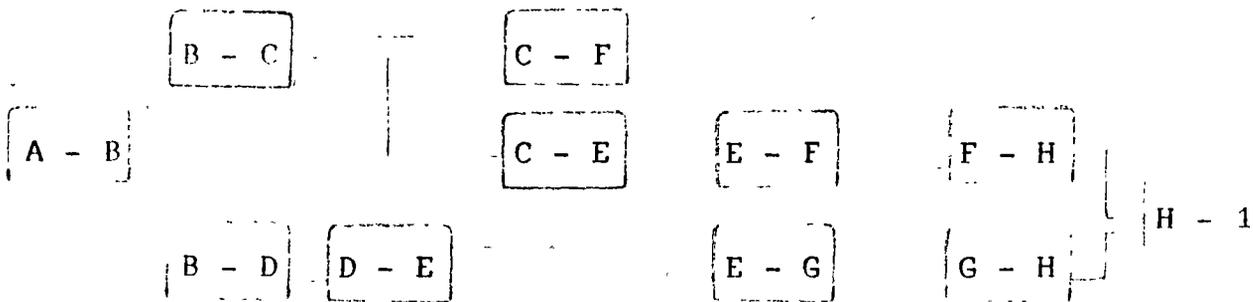


Fig. Red de precedencia equivalente.

Al proporcionar una red de precedencias se pueden tener tres tipos de relaciones entre dos actividades:

Inicio - Inicio. El inicio de una actividad depende de que la actividad previa se haya iniciado.

Término - Término. El término de una actividad depende de --  
que la actividad previa haya sido terminada.

Término - Inicio. El inicio de una actividad depende de que  
la actividad previa haya sido terminada.

TERMINO - INICIO



TERMINO - TERMINO



INICIO - INICIO

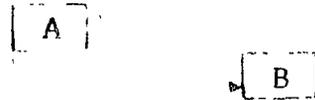


Fig. Tipos de relaciones

Una vez analizados los diferentes tipos de redes, se precede  
a introducir los datos de la red para ejecución de la fase I.

## FASE II, ESTIMACION DE LA RUTA CRITICA

La fase II realizada en la estimación de la ruta crítica, involucra el cálculo de parametros asoscados con esta, y en general con la Red.

Algunos de los parametros asoscados son tiempos de inicio, término, tiempos de flotación, representación gráfica (diagrama de Gantt).

La ejecución de esta fase, involucra la introducción básica de información acerca de las actividades a cubrir, pero realizada de acuerdo a las restricciones de formato del PCS.

Después de realizar la introducción de datos, es necesario procesar la información y obtener los resultados requeridos en esta fase. Esto se realiza al pedir un Reporte de Información, pero esta intimamente ligado a la información proporcionada por el usuario.

A continuación se muestra una tabla de relación entre las tarjetas necesaria para la introducción de información y la obtención de resultados deseados

TIPO DE TARJETAS	REQUERIMIENTOS DE ENTRADA	REQUERIMIENTOS PARA REPORTE
Control	X	X
A	X	X
B	X	X
C	O	
G	X	
H	X	
I	O	
F		X
FIN DE ARCHIVO	X	X

Control	Propias del Centro de Cálculo
A	Tipo de ejecución
B	Identificación de la Red
C	Calendario (normal ó modificado)
G	Introducción de actividades de la red
H	Relaciones entre actividades.
I	Itinerario y códigos de organización
F	Especificación de tipos de reportes requeridos

En esta última tarjeta se deben pedir, para ejecución de la fase II, dos tipos de reportes que además tienen una serie de opciones que proporcionan capacidad para agrupar resultados de acuerdo a los intereses de diferentes personas que intervienen en el proyecto.

REPORTES	OPCIONES
Sumario de barras	1) En un rango de fechas dado
Itinerario	2) Por organizaciones
	3) Por niveles de organizaciones
	4) Referenciando en fechas de calendario.
	5) Referenciando en días de realización del proyecto.

Cuando se dan organizaciones, se trata de agrupar ciertas actividades de interés para diferentes departamentos que intervienen en el proyecto. Además estas actividades relacionadas con una organización pueden tener diferentes niveles de importancia, dato que se especifica al dar niveles de organización.

## FASE III.- MODIFICACIONES EN LA PROGRAMACION

Esta fase de actualización, modificación e introducción de análisis de recursos, se realiza al introducir tarjetas que se relacionan con estas actividades. Además, pedir en los reportes de salida, las opciones relacionados con esta fase, en la tarjeta TIPO F.

Además de las tarjetas utilizadas en la fase I y II son necesarios las siguientes tarjetas, solo siendo indispensable la TIPO J y opcionales las demás.

D	Descripción de recursos
R	Características de los recursos
E	Agrupación de recursos
J	Reportes de actualización y progresos
L	Milestones

En la ejecución se pide en la tarjeta de reporte de resultados (TIPO F), diferentes tipos de reportes como:

- 1) Cartas de Barras.
- 2) Milestones.
- 3) Actualización y progresos en los trabajos
- 4) "Tarjetas" del trabajo realizado
- 5) Asignación de Recursos
- 6) Utilización de recursos
- 7) Análisis de costos por actividad.
- 8) Análisis de costo totales.
- 9) Tarjetas del archivo maestro

A este tipo de reportes se pueden adicionar opciones como: - agrupación de recursos, y las otras opciones presentadas en la fase II.

Esta última fase es la que proporciona flexibilidad y dota de gran capacidad de manejo de datos ó cambios de estos, que pueden surgir en el desarrollo y ejecución del proyecto.

TARJETA TIPO A

utilizada para el control de la corrida, especificación del tipo de red utilizada (nodos ó procedencia) y al tipo de ejecución deseada, además permite controlar la escritura de resultados.

- Col. 1     .- Identificación del tipo de tarjeta
- Col. 7     .- Tipo de ejecución
- G Generación de la red
  - Z Corrida de Mantenimiento
  - U Corrida de actualización
  - R Corrida para reporte de resultados
- Col. 9-11 .- Tipo de red utilizada
- b red de procedencia
  - CPM red de nodos
- Col.13-14 .- Si se proporcionan "blancos", se realizará el listado de las tarjetas del paquete.
- bb Listado
  - NO Se elimina listado

## TARJETA TIPO B

En esta tarjeta se identifica la red de trabajo (Ver Fig. - ), donde

Col 1 .- Identificación de tarjeta.

Col 2-5 .- Código de identificación de la red.

Col 6 .- Código de actuación

    X - se adicionan los siguientes datos

    C - se modifican los siguientes datos

Col 8-14.- Fecha de inicio del proyecto

Col 16-22.- Fecha de validez de los datos

Col 24-67.- Título o identificación de la red

Col 69-75.- Fecha de la corrida.

Col 77 .- Número de corrida.

TARJETA TIPO C

Esta tarjeta se utiliza para mostrar el calendario de trabajo para el proyecto eliminando días de fiesta o fechas especiales.-  
(Ver Fig. )

- Col 1 .- Identificación del tipo de tarjeta.
- Col 2-5 .- Identificación de la red.
- Col 6 .- Código del tipo de actualización
  - ✓ - adiciona las siguientes fechas a los días no laborables.
  - D - remueve días que se han indicado como no laborables a días laborables.
- Col 8 .- Código de tipo de fechas
  - 1 - Relacionado con días de fiesta
  - 2 - Relacionado con fechas especiales
- Col 10-16, 18-24, 26-32, 36-40, 42-48, 50-56, 58-64, 66-72,-  
73-80.- Fechas que serán incluidas como días no laborables, una fecha en cada grupo de datos.

TARJETA TIPO D

Utilizada para la identificación de códigos de recursos y -  
su descripción.

Col. 1 .- Identificación del tipo de tarjeta.

Col. 6 .- Código de actualización

b Adición de datos

D borrar datos

Col. 8-11, 30-33, 52-55.- Código numérico para diferentes recursos.

Col. 13-27, 35-49, 57-71.- Descripción de los recursos.

## TARJETA TIPO E

Estas tarjetas dan capacidad para agrupar recursos que se encuentren en relación, ó bien interese su consideración como un conjunto.

- Col. 1      .- Identificación del tipo de tarjeta.
- Col. 6      .- Código de actualización
  - b Adición de datos.
  - D Borrar datos.
- Col. 8-9    .- Código numérico para identificar un grupo de recursos.
- Col. 14-28.- Descripción de este grupo de recursos.
- Col. 30-33, 35-38, 40-43, 45-48, 50-53, 55-58, 60-63, 64-68, 70-73, 75-78.- Código de los recursos asociados al grupo de recursos.

## TARJETA TIPO F

La tarjeta tipo F es una de las más importantes, ya que en esta se proporcionan los reportes y requerimientos deseados para -- una corrida en particular.

Existen trece tipos básicos de reportes, algunos de ellos -- con posibles opciones como periodo de validez, opciones principales y secundarias, análisis para algunos recursos relevantes grupos de recursos, organizaciones y niveles de organización.

- 1) Diagrama de barras.- Presentación gráfica de las actividades, -- tiempos, fechas, etc., para actividades de interés especial.
- 2) Sumario de barras.- Presentación gráfica de cálculos básicos de una red, se realizan para toda la red ( FASE II, CPM ).
- 3) Milestones.- Reportes basados en puntos de interés (milestones).
- 4) Itinerario.- Listado de itinerario de la red, con tiempos de flo tación, fechas de inicio y término, etc. ( FASE II, CPM ).
- 5) Progresos y Stat-s.- Citado de actividades, asociado con tiempos de duración, actividades precedentes de la red.
- 6) Tarjetas de estado de trabajo.- Proporcionan una salida útil re lacionada con el estado de las actividades, útil para ser usadas como entrada a otra red.
- 7) Asignación de Recursos.- Asigna la utilización de recursos par-- ciales y totales dentro de un espacio de tiempo.
- 8) Utilización de Recursos.- Proporciona una presentación gráfica - sobre la utilización de recursos en las actividades.
- 9) Costos.- Listado de actividades especificando costo estimado to- tal de las actividades.
- 10) Monto de Costos.- Listado de actividades y costos estimados en - fechas de calendario.
- 11) Precedencia.- Descripción de actividades predecesoras de las ac- tividades asociando tiempos.
- 12) Calendario.- Listado de calendario standard, fechas específicas, días especiales y datos en fechas señaladas.
- 13) Listado ó tarjetas del Archivo.- Proporciona un listado o paque- te de tarjetas de todos los datos contenidos en él.

Para la obtención de cualquiera de estos reportes de salida se proporcionen tres campos básicos en la tarjeta; identificación de la red, opciones principales como códigos y niveles de organización y recursos, y además la opción de salida referida a calendario normal o referida a calendario de actividades.

- Col. 1     .- Identificación del tipo de tarjeta
- Col. 2-5   .- Identificación de la red.
- Col. 11-17.- Fecha inferior para el periodo en que se pida un repor  
te.
- Col. 19-25.- Fecha superior para el periodo en que se pide un repor  
te.
- Col. 17    .- Tipo de salida especificando niveles de organización
  - b Ningún Efecto.
  - 1 Secuencia relacionada con el primer nivel de organización
  - 2 Relacionado con el segundo nivel
  - 3 Relacionado con el tercer nivel
  - 4 Relacionado con el cuarto nivel.
- Col. 29-32, 34-37, 39-42.- Se proporcionan códigos de organización-  
de interés para los cuales sean referidas las salidas.
- Col. 44-55.- Dá capacidad de seleccionar salidas para grupos de re-  
cursos de interés.
- Col. 47-50.- Para proporcionar indicadores de algún recurso de interés.
- Col. 53-54.- Solicita opción de sumario de barras.
- Col. 55-56.- Milestones.
- Col. 57-58.- Tarjetas de status de trabajo.
- Col. 59-60.- Progresos de trabajo.
- Col. 61-62.- Itinerario.
- Col. 63-64.- Carta de Barras, para algunas operaciones de interés.
- Col. 65-66.- Asignación de recursos.
- Col. 67=68.- Utilización de recursos.
- Col. 69-70.- Costos totales y parciales de las actividades.
- Col. 71    .- Costos para fechas de calendario
- Col. 73-74.- Reporte de precedencia.
- Col. 75    .- Reportes de calendarios.

- Col. 77     .- Listado de archivo maestro.  
Col. 78     .- Tarjetas de archivo maestro.

#### REQUERIMIENTOS

Las opciones dadas en las Columnas 11-42 se usan para la obtención de reportes especializados, por esta razón algunas de las opciones de salida no los requieren; en otras son opcionales, y en algunas son esenciales. En la tabla se muestra la relación que nos indica estos casos particulares.

## TARJETA TIPO G

En esta tarjeta se describen las actividades de la red (Ver Fig. ), donde:

- Col 1 . Identificación de tarjeta
- Col 2-5. Código identificación de la red
- Col 6 . Código de actualización
  - ✓ - se adicionan los siguientes datos
  - c - se modifican los siguientes datos
  - d - se borran los siguientes datos
- Col 7-16. Código Alfanumerico para descripción de actividades en red de precedencia si se utiliza red de no dos este campo se divide en dos:
  - 7 - 10 - Código de nodo I
  - 13 - 16 - Código de nodo J
  - 11 - 12 - blancos.
- Col 18-61.- Descripción de actividad
- Col 63-66.- Duración de la actividad
- Col 67.- Dia de semana de inicio de actividad.
- Col 68.- Dias de duración de la semana de trabajo.
- Col 69.- Tipos de calendario
  - ✓ - Introducir dias de fiestas.
  - 1 - Introduccion de fechas especiales.
  - 2 - Calendario normal (365 dias).
- Col 70.- Tipos de unidades de tiempo.
  - ✓ - Dias
  - 1 - Horas
  - 2 - Medio dia.
  - 3 - Un turno (8 horas)
  - 4 - Dos turnos (16 horas)
  - 5 - Tres turnos (24 horas)
  - 6 - Semanas.
- Col 71-80.- Posibles revisiones de la descripción de actividades, similar a columnas 7-16.

## TARJETA TIPO H

Estas tarjetas darán el tipo de relación existentes con actividades predecesoras (Ver Fig. ) donde:

- Col 1     .- Identificación del tipo de tarjeta.
- Col 2-5   .- Identificación de la red.
- Col 6     .- Código de actualización:
  - ✓ - adicionar los siguientes datos
  - D - borrar los siguientes datos.
- Col 7-16  .- Código de identificación de la actividad.
- Col 18-27, 38-47, 58-57.- Códigos de actividades con las que se plantean posibles relaciones, un código por - cada grupo de columnas.
- Col 29, 49, 69.- Tipo de relaciones que se establecen
  - S - inicio - inicio
  - F - término - término
  - ✓ - término - inicio.
- Col 30, 50, 70.- Tipo de unidades de retardo
  - ✓ - días
  - 1 - horas
  - 2 - medio día
  - 3 - un turno (8 horas)
  - 4 - dos turnos (16 horas)
  - 5 - tres turnos (24 horas)
  - 6 - semanas
  - p - en porcentajes
- Col 32-36, 52-56, 72-76.- Cantidad de unidades de tiempo que dura el retardo, una cantidad por grupo de columnas.

## TARJETA TIPO I

Este tipo de tarjetas proporciona capacidad de introducción de fechas y tipos de itinerario que deben cumplir actividades relevantes, además de la asignación de códigos por niveles de organización para clasificación de actividades.

- Col. 1     .- Identificación del tipo de tarjeta
- Col. 2-5   .- Identificación de la red.
- Col. 6     .- Código de actualización.
  - b Adición de los datos siguientes.
  - C Modificación de datos.
- Col. 7-16  .- Código de la actividad relevante.
- Col. 18   .- Código relacionado con el tipo de fecha para el inicio de la actividad.
  - a) Las fechas proporcionadas no afectan las rutinas de realización del proyecto.
  - b) Para representar la fecha deseable del inicio ó término de una actividad.
  - c) Para representar la fecha última del inicio ó término de una actividad.
- Col. 20-26 .- Fecha del inicio de la actividad.
- Col. 28   .- Código relacionado con el tipo de fecha para el término de una actividad (tipos a,b,c).
- Col. 30-36.- Fecha del término de la actividad.
- Col. 38-41.- Código de organización (alfanumérico), nivel 1.
- Col. 43-46.- Código de organización, nivel 2.
- Col. 48-51.- Código de organización, nivel 3.
- Col. 53-56.- Código de organización, nivel 4.

NOTA: Solo un código de organización por tarjeta, pero con cuatro posibles niveles, de acuerdo al grupo de columnas seleccionado.

## TARJETA TIPO J

Esta tarjeta proporciona información sobre progresos en las actividades

- Col. 1     .- Identificación del tipo de tarjeta.
- Col. 2-5   .- Identificación de la red.
- Col. 6     .- Código para información de tiempo y costo.
  - C Solo se dará información sobre costo
  - b Se dará información sobre tiempo, ó sobre tiempo y costo.
- Col. 7-16  .- Código de actividad para la cual se realiza el reporte de progresos.
- Col.18-24  .- Fecha actual de inicio de la actividad.
- Col.26-32  .- Fecha actual de término de la actividad.
- Col.34-37  .- Tiempo restante para la terminación de la actividad
- Col. 39    .- Código de unidades de tiempo.
- Col.41-45  .- Porcentaje de terminación de la actividad en el periodo.
- Col.47-51  .- Porcentaje de terminación de la actividad en la fecha dada.
- Col.66-72  .- Costo actual de la actividad en el periodo de realización.
- Col.74-80  .- Si en la columna 66-72 se introdujo el costo en una fecha determinada, en estas columnas se puede introducir el costo para un periodo.

## TARJETA TIPO K

Esta tarjeta proporciona capacidad para la introducción de diferentes recursos por actividad, unidades del recurso, así como costo de la actividad.

- Col. 1     .- Identificación del tipo de tarjeta.
- Col. 2-5   .- Identificación de la red.
- Col. 6     .- Código de actualización.
- Col. 7-16  .- Código de la actividad.
- Col. 19-22, 29-32, 39-42, 49-52.- Código numérico para identificación de recursos por actividad.
- Col. 23,33,43,52.- Código para indicar si se trata de recursos --  
    por día de actividad ó por el total de la actividad,  
    b por día  
    l por actividad.
- Col. 24-27, 34-37, 44-47, 54-57.- Cantidad total de unidades del recurso, relacionadas con los códigos de recursos.
- Col. 61-67.- Costo estimado total de la actividad

TARJETA TIPO L

Tarjetas para identificación de milestones ó puntos de interés en la red.

- Col. 1 .- Identificación del tipo de tarjeta. .
- Col. 2-5 .- Código de la red.
- Col. 6 .- Código de actualización
  - b Adición de datos.
  - C Modificación de datos.
  - D Borrado de datos.
- Col. 7-16 .- Código de la actividad relevante.
- Col. 18 .- Indicación para identificar el inicio ó término como-punto de interés.
  - b relacionado con la terminación.
  - l relacionado con el inicio.
- Col. 20-63.- Descripción del milestone.

DESCRIPCION DE LA OPCION DE SALIDA	fechas de validez	Niveles de Organización	Código de Organización	Grupos de Organización	Código de Recursos
Carta de Barras	0	R	R		
Sumario de barras		0	0		
Costos totales	0	0	0		
Costos (actividad)	0	0	0		
Asignación de recursos				0	0
Itinerario	0			0	0
Tarjetas de Estado	0				
Estado y progresos	0	0	0		
Utilizacion de Recursos		0	0		

0 = Opcionales

R = Requeridos

## EJECUCION DE CPS

Para la ejecución del sistema CPS las tarjetas deben ser agrupadas en paquetes, teniéndose que existan cuatro tipos de conjuntos de entrada, que deben ser ejecutados por separado.

- a) Generación de la red
- b) Corrida de mantenimiento
- c) Modificaciones y actualización
- c) Obtención de reportes

Para la corrida de cada uno de estas etapas, son necesarios - algunas tarjetas de control y el arreglo apropiado de paquetes de -- tarjetas. Estos son, tarjetas de control, tarjetas de identificación de grupos y tarjeta de fin de archivo.

## TARJETAS DE CONTROL

Es un grupo especial de tarjetas que deben preceder a cual--- quier corrida en una maquina IBM/1130. Proporcionadas por cada cen-- tro de computo y detalladas en el PCM - Operator's Manual de IBM/1130.

## IDENTIFICACION DE GRUPOS

Tarjetas que encabezan a grupos de tarjetas de cada tipo A, B, .., L.

Col. 1 .- Código de las tarjetas tipo.

Col. 6 .- Un asterisco ( )

## FIN DE ARCHIVOS

Tarjeta para indicar a la computadora el final del paquete de tarjetas.

Col. 6 .- Un asterisco ( )

Para realizar las corridas de las opciones del sistema, es po sible seguir 2 caminos básicos:

a            b            d

a            b            c            b            d

Al realizarse cada paso, no es necesario incluir todos los tipos de tarjetas, a continuación se dá una tabla para indicar los requerimientos de cada tipo de opción de ejecución (Ver fig. ).

	Generación de la red	Actualización	Mantenimiento	Reporte de resultados
Tarjetas de Control	R	R	R	R
(A) Control de Proceso	R	R	R	R
(B) Identificación de red	R	R	R	R
Identificación de grupos	R	R	R	R
(C) Calendario	O	O	O	O
(D) Descripción de re- cursos	O	O	O	O
<del>(E) Grupos de recursos</del>	<del>O</del>	<del>O</del>	<del>O</del>	<del>O</del>
(F) Opciones de salida	O	O	O	R
(G) Actividades	R	O	X	X
(H) Relaciones	R	O	X	X
(I) Itinerario	O	O	X	X
(J) Progresos	X	O	R	X
(K) Recursos	O	O	X	X
(L) Milestones	O	O	X	X
( ) Fin de Archivo	R	R	R	R

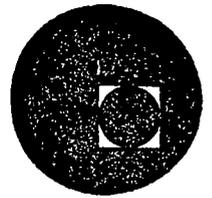
R = Requeridas

O = Opcionales

X = No deben incluirse

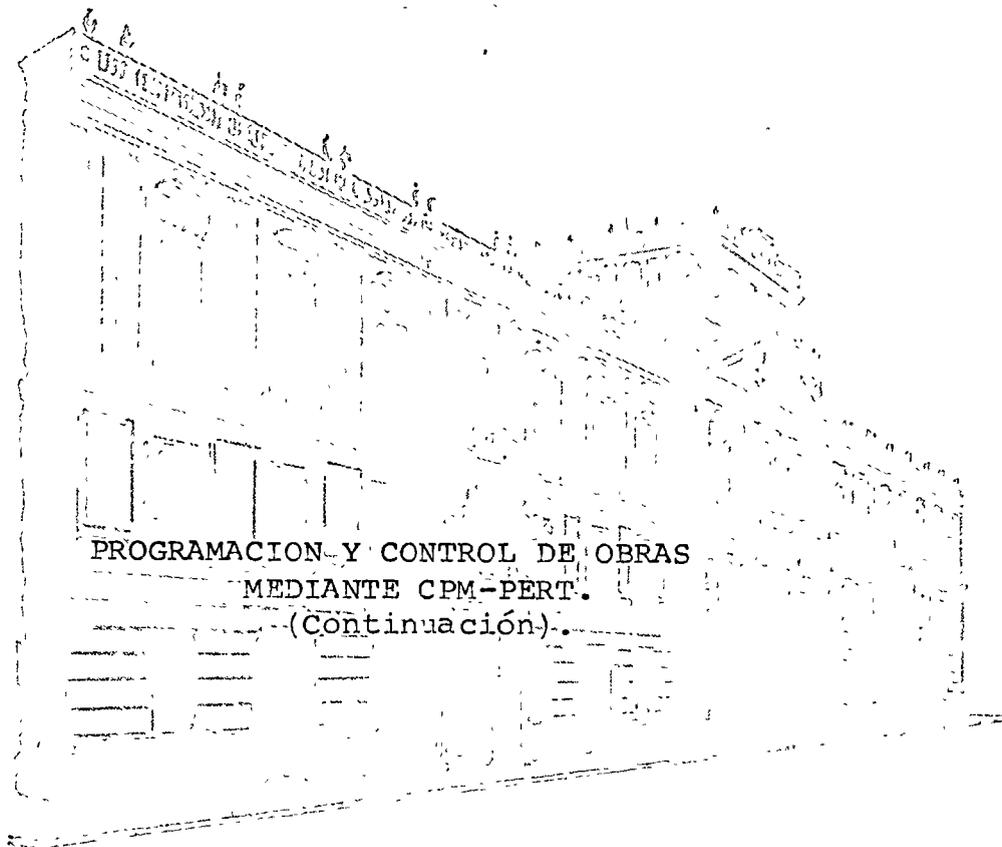


centro de educación continua  
división de estudios superiores  
facultad de ingeniería, unam



PROGRAMACION Y CONTROL DE OBRAS

(CHIHUAHUA)



M. en C. S. FAVELA.

Agosto de 1977.

$FL_j$  = Flotación libre para la actividad  $j$

tendremos entonces:

$$FT_j = TO_j - TO_j \quad \text{para toda } j \in k$$

y que establece el número de unidades de tiempo (días, semanas, -- etc), por el que el término de una actividad puede sobrepasar al término optimista ó probable de terminación de la actividad sin alterar la duración global del proyecto.

El tiempo de flotación libre por actividad se calcula como sigue:

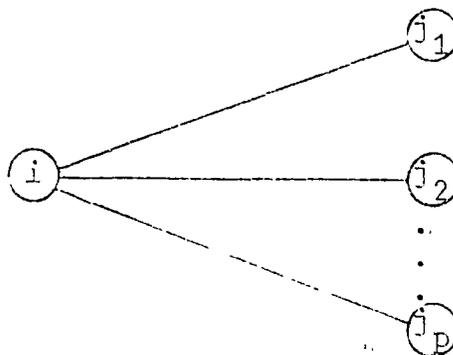
Para aquellas actividades que tienen sólo una actividad sucesora, i.e:



para  $(i,j) \in k$ , tendremos

$$FL_j = IO_j - TO_i$$

Así, para aquellas actividades que tienen más de una actividad sucesoras, i.e



en donde  $(i, j_1, \dots, j_p) \in E_k$ , entonces

$$FL_j = \text{Min} \{ IO_{j_1}, IO_{j_2}, \dots, IO_{j_p} \} - TO_i$$

La flotación libre establece el número de días en que el fin de una actividad puede exceder la fecha optimista de término  $(IO_i, i \in k)$  sin afectar ninguna otra actividad, tanto en su duración como en sus holguras.

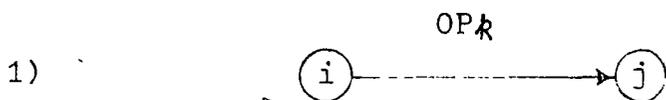
Un tercer tipo de holgura por actividad es la llamada HOLGURA DE INTERFERENCIA y es obtenida por la expresión,

$$FI_j = FT_j - FL_j$$

para toda  $j \in k$

que indica que para cualquier actividad, si el término de la misma se extiende dentro de este rango de tiempo, la terminación del proyecto no se ve afectada en su duración; pero si se ven afectadas las fechas de terminación de algunas de las actividades sucesoras al ser reducidas sus holguras.

Un segundo método para el cálculo de las operaciones de la FASE II se refiere a una red como la mostrada en la fig 2 para el cual será necesario una tabla de trabajo como la mostrada en la tabla 3. A este método le llamaremos de ACTIVIDAD EN LA FLECHA. Diversos autores manejan este tipo de red de cualquiera de las siguientes dos maneras,



en donde  $k = 1, 2, \dots, N$  representan las actividades del proyecto

y  $E = 1, 2, \dots, M$  representan a los eventos del proyecto. Así tendremos que,  $k \in K$  y  $(i, j) \in E$

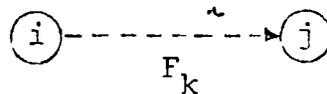
2)



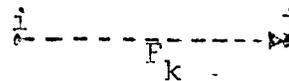
en donde,

$$(i, j) \in E \quad \text{y} \quad k \in K$$

Para ambos casos en una RED DE FLECHAS se introduce lo que se ha dado en llamar una ACTIVIDAD FICTICIA de la forma,



ó bien



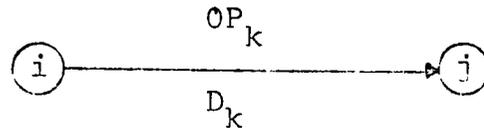
en donde,  $(i, j) \in E$  y  $k \in K$ . Además, la duración asociada a  $F_k$  es nula i.e.  $D_{F_k} = 0$ .

Para este método conviene establecer las siguientes definiciones, FECHA OPTIMISTA. Esta fecha es el tiempo (estimado) para el cual un evento es iniciado si todas las actividades predecesoras son iniciadas lo antes posible.

FECHA PESIMISTA.- Esta fecha es el tiempo (estimado) extremo para el cual un evento es iniciado sin retrasar la terminación del proyecto más allá de la FECHA OPTIMISTA.

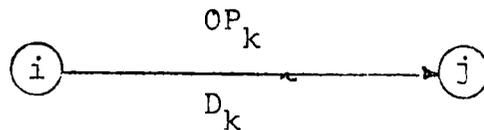
TIEMPO DE ACTIVIDAD PREDECESORA.- Se define como la dura--

ción de toda actividad que concurre a un cierto evento  $j \in E$ , i.e. - si tenemos,



entonces  $D_k$  es la duración de la actividad  $OP_k$  del evento  $i$  predecesor del evento  $j$ .

TIEMPO DE ACTIVIDAD SUCESORA.- De manera similar si tenemos,



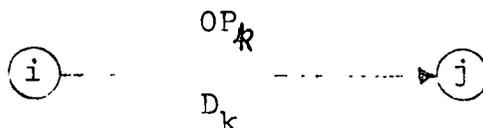
entonces  $D_k$  es la duración de la actividad  $OP_k$  del evento  $j$  sucesor del evento.

INICIO OPTIMISTA DE UN EVENTO.- Para un cierto evento --  $i \in E$  definiremos,

$IOE_i =$  INICIO OPTIMISTA DEL EVENTO  $i$

para esto, existen 3 diferentes casos,

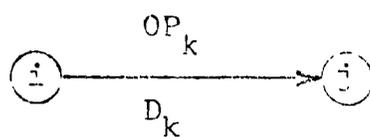
1) Si un evento no tiene eventos predecesores i.e



en donde  $(i,j) \in E$ ,  $k \in K$ , entonces

$$IOE_i = (\text{FECHA OPTIMISTA})_i = 0$$

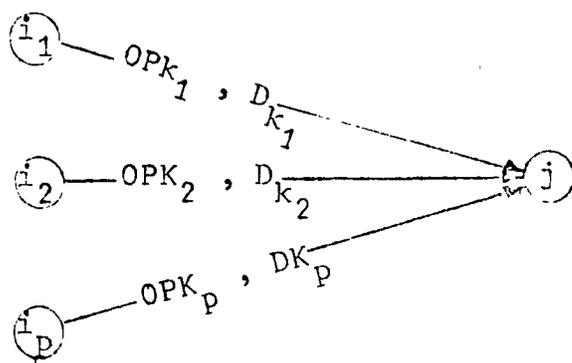
2) Si un evento tiene solo un evento predecesor, i.e



entonces,

$$IOE_j = (\text{FECHA OPTIMISTA})_i + D_k$$

3) Si un evento tiene más de un evento predecesor, i.e



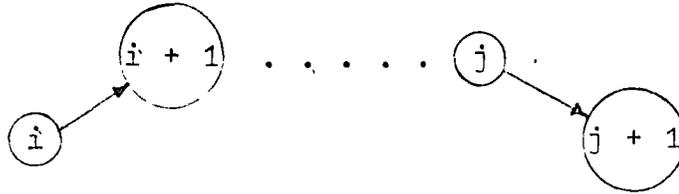
entonces

$$IOE_j = \text{Max} \left\{ (FO_{i_1} + D_{k_1}), (FO_{i_2} + D_{k_2}), \dots, (FO_{i_p} + D_{k_p}) \right\}$$

en donde  $(i_1, i_2, \dots, i_p, j) \in E$  y  $(k_1, k_2, \dots, k_p) \in K$ , además,

$$FO_i = (\text{FECHA OPTIMISTA})_i$$

Es conveniente hacer notar que para el cálculo de los inicios optimistas de los eventos de la red, se deben calcular las fechas optimas para todo evento  $j$   $i$  en donde  $(i, j) \in E$ . Esto es,



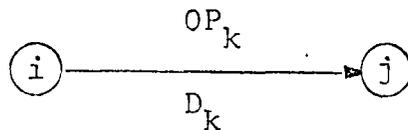
de tal manera que se cumple,

$$(\text{FECHA OPTIMISTA})_j \leftarrow (\text{INICIO OPTIMISTA})_j$$

INICIO PESIMISTA DE UN EVENTO. De manera similar para un cierto evento  $j \in E$ , definiremos,

$$IPE_j = \text{INICIO PESIMISTA DEL EVENTO } j$$

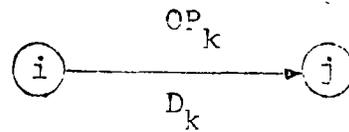
1) Para un evento que no tiene evento sucesor i.e



tendremos que,

$$IPE_j = (\text{INICIO OPTIMISTA})_j$$

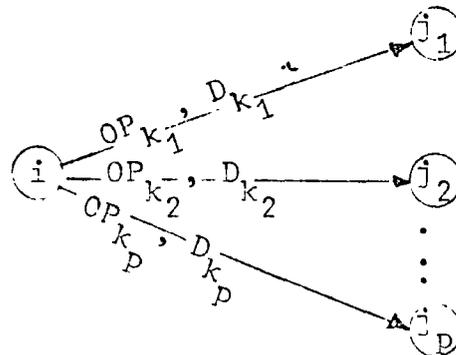
2) Para un evento que tiene solo un evento sucesor, i.e



tendremos que,

$$IPE_i = (FECHA PESIMISTA)_j - D_k$$

3) Para un evento que tiene más de un evento sucesor, i.e



así tendremos que,

$$IPE_i = \min \left\{ (FP_{j_1} - D_{k_1}), (FP_{j_2} - D_{k_2}), \dots, (FP_{j_p} - D_{k_p}) \right\}$$

en donde  $(i, j_1, \dots, j_p) \in E, (k_1, k_2, \dots, k_p) \in k$

y

$$FP_j = (FECHA PESIMISTA)_j$$

Finalmente se procede a calcular las flotaciones para cada evento, que estan dadas por la expresi3n,

$$FE_j = IPE_j - IOE_j$$

para toda  $j \in E$

Una vez cubierta la metodologfa de c3lculo de las operaciones de la fase II para las redes de flechas y nodos, es pertinente definir lo que es una RUTA CRITICA de un proyecto.

DEFINICION. (RUTA CRITICA).

1) RED DE NODOS.- Una ruta crflica, es un camino 6 trayectoria que al trav3s de la red del proyecto es formada por arcos (no dirigidos para este caso) cuyos nodos extremos representan actividades que satisfacen las siguientes condiciones:

- i) El primer nodo de la ruta crflica corresponde a una primera-actividad del proyecto.
- ii) El 6ltimo nodo de la ruta crflica corresponde a una 6ltima -actividad del proyecto.
- iii) Para todos los nodos de la ruta crflica se cumple que,

$$TO_j = TP_j \quad \text{para toda } j \in k$$

en donde  $k = 1, 2, \dots, N$  son las actividades del proyecto.

Las primeras dos condiciones, establecen que la ruta crflica es de la forma (gr3ficamente):



OBSERVACIONES.- Aquí es necesario aclarar que para cuando un proyecto tiene más de una actividades de inicio, la ruta crítica forzosamente deberá iniciarse en cualquiera de esas actividades. De manera similar si el proyecto tiene más de una actividades de término, la ruta crítica deberá finalizar en cualquiera de estas actividades de término.

iv) La duración del proyecto esta definida por la suma de las duraciones de las actividades en la ruta crítica, esto es:

$$\sum_{k \in k_r} D_k = \text{DURACION DEL PROYECTO}$$

en donde,  $k_r$  representa a todas las actividades en la ruta crítica y que es un subconjunto de la totalidad de actividades del proyecto (k).

2) RED DE FLECHAS.- Una ruta crítica en este tipo de red, esta definida igualmente como una trayectoria de arcos (que en este caso representan actividades) dirigidos cuyos nodos extremos ó intersecciones con otras actividades (que representan eventos), satisfacen las siguientes condiciones:

i) El primer evento de la ruta lo constituye uno de los eventos de inicio del proyecto (i.e para el caso de varias actividades de inicio).

ii) El último evento de la ruta lo constituye uno de los eventos de término del proyecto (i.e para el caso de varias actividades de término).

iii) Para todos los eventos de la ruta crítica se cumple que:

$$IQ_j = IP_j$$

ó bien que,  $FE_j = 0$

iv) La duración del proyecto es reflejada en la suma de las duraciones de todas las actividades en la ruta, i.e

$$\sum_{k \in K_r} D_k = \text{DURACION DEL PROYECTO}$$

para  $k \in K = \{1, 2, \dots, M\}$ , en donde  $M$  es el número total de actividades en el proyecto y  $k_r$  es un subconjunto del número total de actividades.

En forma esquemática nuestra ruta crítica es de la forma,



Recordemos que  $E = \{1, 2, \dots, N\}$  representa al número total de eventos del proyecto.

#### DIAGRAMA DE BARRAS. (Tipo Gantt)

Una vez elaboradas las operaciones de la FASE II, es conveniente la elaboración de un diagrama como el mostrado en la fig T-2 y que representa gráficamente los resultados numéricos de la FASE II.

Este diagrama puede referirse a fechas de calendario que indiquen asimismo los días efectivos del trabajo (i.e excluyendo días festivos, etc.). Por otra parte este diagrama es totalmente similar para los dos tipos de red en consideración.

Otro tipo de diagrama muy útil es como el mostrado en la fig 7 y que también es referido tanto a días efectivos de trabajo, como a fechas de calendario. Para el ejemplo, la representación -

es basada en una RED DE FLECHAS; sin embargo lo mismo puede hacerse para una RED DE NODOS. Observe también que es posible establecer en este tipo de representación de las operaciones de la FASE-II, diversos tipos de notaciones especiales para indicar los valores de las flotaciones.

## PROGRAMACION A TRAVES DE ICES-PROYECT IBM/370

El paquete de programación ICES-PROYECT (Project Engineering Control), es proporcionado por la compañía IBM para su implementación en sistemas de cómputo grandes, como el sistema IBM/370.

La principal característica que proporciona gran flexibilidad en su manejo, es que la estructura de este es en forma de lenguaje,

El ser un lenguaje involucra una serie de funciones ó proposiciones, con ciertos parámetros, pero que eliminan la estructura rígida de manejo de campos, es decir eliminan la necesidad de dar parámetros en columnas fijas.

Otra gran ventaja, es la aceptación de la red de proyecto en tres posibles formas:

- |                            |        |
|----------------------------|--------|
| a) Diagrama de precedencia | TIPO 1 |
| b) Diagrama de nodos       | TIPO 2 |
| c) Diagrama de Flechas     | TIPO 3 |

Además, como otros paquetes, la secuencia de ejecución, se puede separar en tres fases:

- I. Introducción de la red.
- II. Estimación de la ruta crítica
- III. Modificaciones en la programación

En la realización de cada una de estas fases se debe proporcionar información suficiente, que será procesada al pedir las posibles opciones de salida (fases II y III), además de que anteriormente se realizó la estructuración de la red (fase I).

### FASE I. CONSTRUCCION DE LA RED

Siendo esta la fase de iniciación, se debe proporcionar la identificación de la red, descripción de actividades, tipo de

red, además de opciones para especificación de costos.

La descripción de actividades, se realiza con la función-STORE para identificación de la red y en seguida cada una de las-actividades de la red, y una instrucción LAST para indicar que se termina la descripción de STORE "nombre" NETWORK DATA.

```
an1  "descripción"  ( n1 i
                    ( n1          n2)          COST n3
.
.
.
.
ann  "descripción"  ( n1
                    ( n1          n2)          COST n3
LAST
```

donde:

an1 - número del evento o actividad.  
n1 - duración  
n2 - número de código.  
n3 - costo.

A continuación se dan el tipo de relaciones entre actividades de acuerdo al tipo utilizado.

TIPO 1

STORE "nombre" NETWORK

an1

.

.

.

.

ann

LAST ACTIVITY

.

.

an1i an2i ( relación ) n4

.

.

.

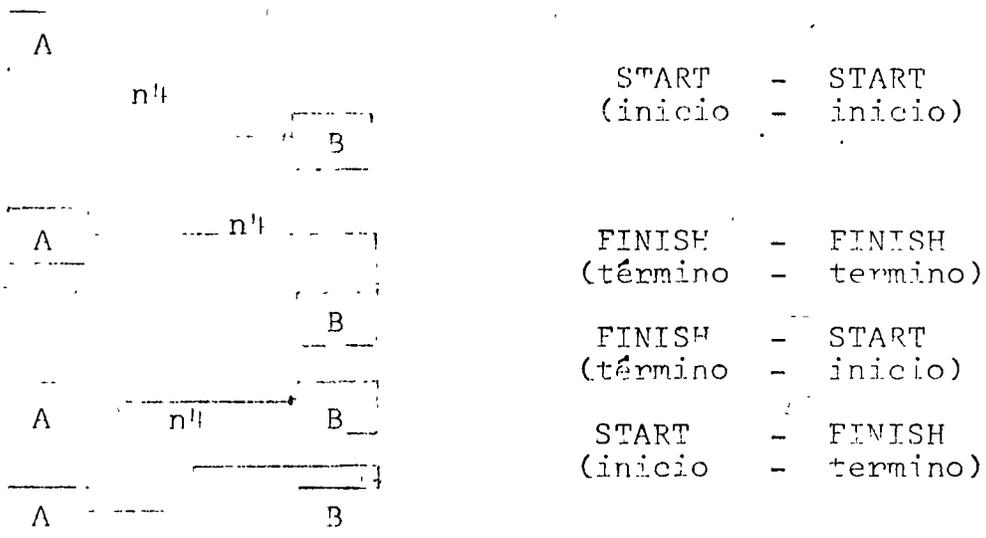
.

LAST

donde:

an1i actividad A  
 an2i actividad B  
 nn unidades de tiempo de retraso

relación ( START - START )  
 ( FINISH - FINISH )  
 ( FINISH - START )  
 ( START - FINISH )



TIPO 2

A continuación de la descripción de actividades, se dan -- las relaciones entre nodos y la relación existente entre ellos.

```
STORE "nombre" NETWORK
an1
.
.
.
ani "descripción" { n1 } COSTO n3
                  { n1 n2 }
```

```

    { DEPENDS UPON ani   6   FROM ANK }
    { PRECEDES ank     6   TO ani   }

```

.

.

.

ann

LAST ACTIVITY

donde:

DEPENDS UPON ani, FROM ank - esta actividad es precedida por las actividades ank.

TO ani, PRECEDES ank - esta actividad precede a las actividades -- ani.

### TIPO 3

Para este tipo de opciones se proporciona la descripción - de actividades asociando su costo, en seguida la relación entre actividades, y el tiempo donde ne es la media ponderada de los tiempos optimista, medio y pesimista.

$$ne = \frac{(no+4nm+np)}{6}$$

STORE "nombre" NETWORK

an1 "descripción" COSTO n3

.

.

.

ann "descripción" COSTO n3

LAST ACTIVITY

```

an1i an2i { FINISH-STAR } { ne
                                     no, nm, np }

```

.

.

.

LAST



b) Asignación de fechas a ciertas actividades relevantes:

```
          { START }
          {         }
ASSIGN "nombre" { FINISH } ACTIVITY } an1 { ON } "fechas"
          {         }                { AFTER }
```

c) Eliminación de restricciones en tiempos  
REMOVE "nombre" TIME an1, an1, ..., LAST

d) Días no laborables:  
DEFINE SYSTEM HOLIDAY "fecha"  
donde:  
fecha - JAN 30 1969

e) Quitar días festivos:  
DELETE SYSTEM HOLIDAY { Fecha }  
                          { Table }

f) Impresión de días festivos:  
OUT PUT SYSTEM HOLIDAY

g) No usarlos en un proyecto dado:  
REMOVE "nombre" SYSTEM HOLIDAY

h) Creación de bloques de fechas no laborables y modificación:  
{ ASSIGN } { Fecha }  
{ "nombre" HOLIDAY }  
{ REMOVE } { BLOCK FROM "fecha" TO "fecha" }

i) Semana de trabajo:  
ASSIGN "nombre" WORKWEEK n DAYS

j) Impresión:  
PRINT "nombre" HOLIDAYS

## FASE II. ESTIMACION DE LA RUTA CRITICA

La realización de esta fase se efectua al pedir funciones

de impresión de listado de la tabla de actividades y en algunos casos, listados restringidos a actividades ó pasos de interés. Además se puede pedir el diagrama de barras.

a) Listado de la tabla:

```
PRINT "nombre" SCHEDULE (opciones de salida)
```

b) Diagrama de barras:

```
PLOT "nombre" SCHEDULE (opciones de salida)
```

c) Precedencias para ciertas actividades

```
SET PRECEDENCES { ON  
                  OFF } ani
```

al ser usado "on" su lista los de la actividad

al ser usado "off" se listan todos los siguientes

NCTA: Las opciones de salida son para pedir datos relacionados con actividades relevantes

### FASE III. MODIFICACIONES EN LA PROGRAMACION

En esta fase de actualización y modificaciones en la red existen una gran variedad de opciones para pedir estados de la red en cierto tiempo, así como diferentes tipos de reportes que dan facilidad de conocer subconjuntos de la red básica de acuerdo al interés de diferentes personas.

Además capacidad para introducción y manejo de costos en la red. Posteriormente se pueden realizar cálculos de acuerdo a los progresos en el programa de obra y controlar los costos.

#### OPCIONES DE SALIDA.

Este tipo de opciones nos proporcionan capacidad de selección de subconjuntos de la red, con sus parámetros asociados.

La forma general de estas opciones es:

opción de listado

opción de selección

opción de sorteo

opción de grupo

y dadas por

opción de listado : LAST an1 an2, ... LAST

opción de selección: SELECT ACTIVITIES WITH condicion n

opción de grupo : GROOP ó PHASE n

opción de sorteo : SORT BY base 1, base 2, ...

NOTA: La condición se da uno cerca de condiciones como duración, -- costo, código de actividad, al inicio, al final, etc. (Ver manual). Las bases, dan capacidad de selección a partir de ciertos datos básicos:

COSTOS Y RECURSOS

Esta parte es la fase más avanzada del proyecto, donde se introducen biblioteca de recursos (descripción), con opciones de cambios o borrado de recursos. Además asignación de recursos a las actividades, así como su cantidad.

Así mismo se pueden pedir reportes de utilización de recursos.

## BIBLIOTECA DE RECURSOS

Consiste en la descripción de todos los posibles recursos a utilizar en el proyecto y se da en la siguiente función.

```
DEFINE SYSTEM RESOURCE LIBRARY
"des11" "V11" "des21" V21 V31
.
.
.
"des 1n" "V1n" "des2n" V2i V3i
```

LAST

Donde:

des 1<sub>n</sub>    descripción de recurso  
V1<sub>n</sub>       código del recurso  
des 2<sub>n</sub>    unidades del recurso  
V2<sub>i</sub>       incremento de costo unitario  
V3<sub>i</sub>       costo unitario

Existen posible modificaciones, con las funciones y opciones de salida:

```
MODIFY SYSTEM RESOURCE LIBRARY
DELETE SYSTEM RESOURCE LIBRARY
OUTPUT SYSTEM RESOURCE LIBRARY
```

También asignación de recursos de acuerdo a la siguiente función:

```
ASSIGN "nombre" RESOURCE
```

ACTIVITY An<sub>1</sub> V1<sub>1</sub> V2<sub>1</sub>

.

.

ACTIVITY Ann V1<sub>n</sub> V2<sub>n</sub>

LAST

donde:

Ann Actividad

V1<sub>n</sub> Código del recurso

V2<sub>n</sub> Cantidad

Algunas posibles modificaciones con:

REMOVE "nombre" RESOURCE

#### REPORTE DE UTILIZACION DE RECURSOS

Estos reportes son utilizados para la averiguación del estado de recursos teniéndose 3 casos:

i) Recursos múltiples

PRINT RESOURCE MULTIPLE USAGE (INTERVALO DE TIEMPO)  
(OPCIONES DE SALIDA)

ii) Utilización de recursos

PRINT RESOURCE USAGE (INTERVALO DE TIEMPO)  
(OPCIONES DE SALIDA)

iii) Localización de recursos

RESOURCES  
PRINT "nombre" RESOURCE ALLOCATION BY ACTIVITIES  
BOTH

Existen además funciones para perder reportes acerca de progresos o control de costos:

STARTS  
REPORT "nombre" FINISHES AS OF "fecha"  
OCCURRENCES

REPORT "nombre" COSTS AS OF "fecha"

Se debe hacer notar que después de cada una de estas instruc ciones es necesario listas las actividades para los que se requie- re el reporte.

Para la impresión de estos reportes que anteriormente se fun- daron, es necesario una intrucción de impreción.

PRINT ACTUAL PROGRESS REPORTE (CATEGORY n) AFTER fecha) donde:

CATEGORY son opciones para indicar reportes en base a fecha: de - inicio, termino ó algún punto en especial.

NOTA: Para la descripción detallada de todas las posibles opciones y especificación en cuanto a las formas de presentación de - instrucciones es necesario consultar el manual para usuario - del ICES-PROJECT, del centro de computo donde corra este - paquete.

## PROGRAMACION A TRAVES DE "APACE", CDC/CYBER

El APACE (advanced planning And Control Executive) es un paquete de programación para control de proyectos desarrollada por CDC - (Control Data Corporation) e implementado en sistemas de cómputo -- CYBER 70, CYBER 170.

Dadas las características de funcionamiento de este paquete - es necesario proporcionar grupos de tarjetas con campos fijos, similar al PCS de IBM.

Las tarjetas de este paquete pueden dividirse en tres grupos:

- a) Control.
- b) Incorporación de datos.
- c) Reportes

La ejecución se puede comparar con las fases clásicas del CPM identificándolas de acuerdo a los reportes de salida que sean comparables a las fases del CPM, pero de acuerdo a la información proporcionada en las tarjetas de incorporación de datos.

TARJETAS	DESCRIPCION
A	Control de la corrida
B	Calendario
C	Nombre del proyecto
D	Actividades
E	Progresos
G	Recursos
H	Reestimación de recursos
I	Relaciones
J	Milestones
L	Tipo de corrida
M	Reportes

En la última tarjeta, se especifica el tipo de reportes deseados y algunas opciones adicionales.

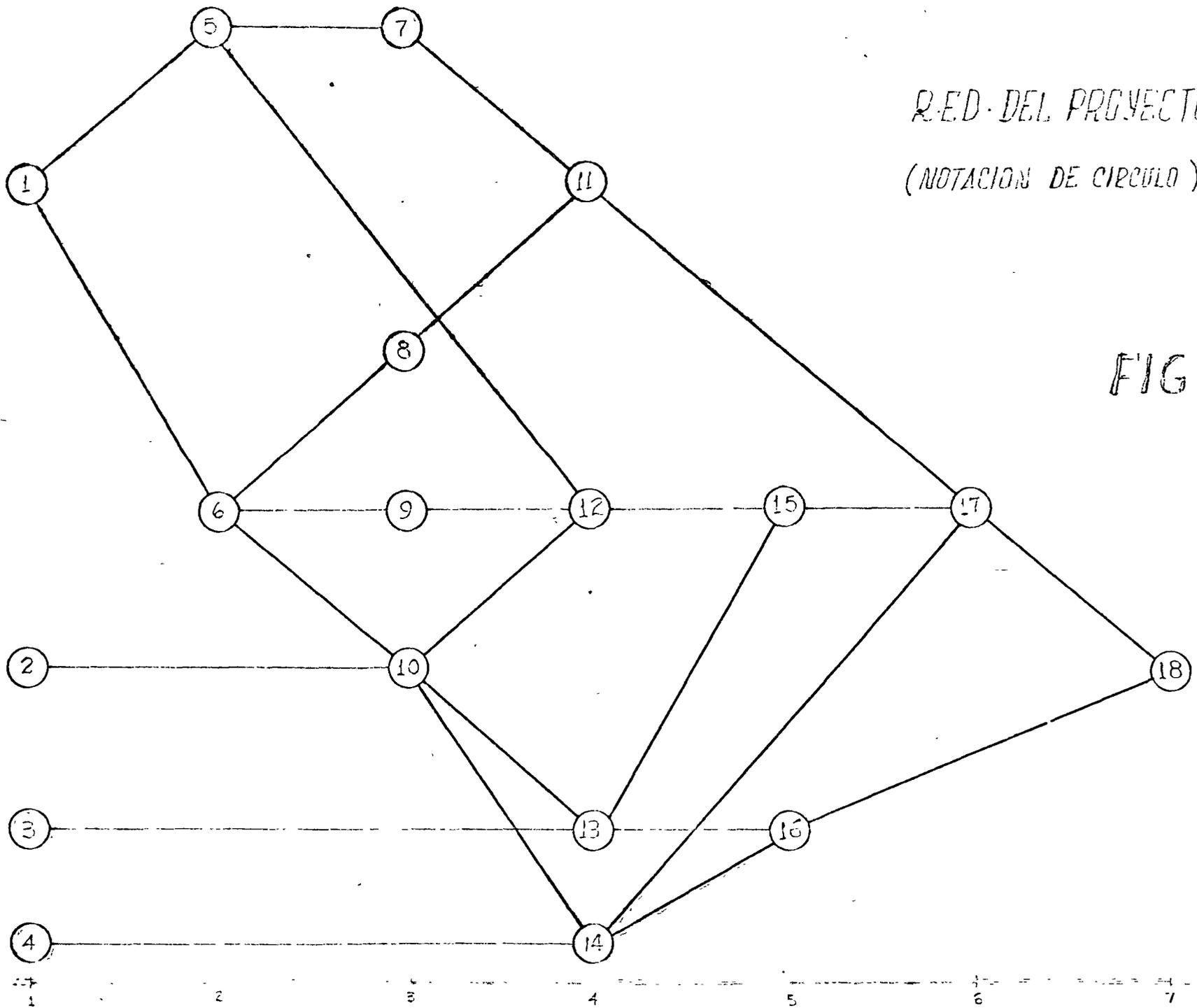
Un punto importante es el relacionado con el tipo de redes que se proporcionan, teniendo que solo pueda procesar relaciones de precedencia, que es una desventaja con respecto a otros paquetes.

Dentro del paquete existen algunas satisfacciones en cuanto a la forma de presentación de datos, y extensiones de capacidades del sistema.

Este tipo de ampliaciones es proporcionada por APACE II, pero es prescindible, es decir no indispensable.

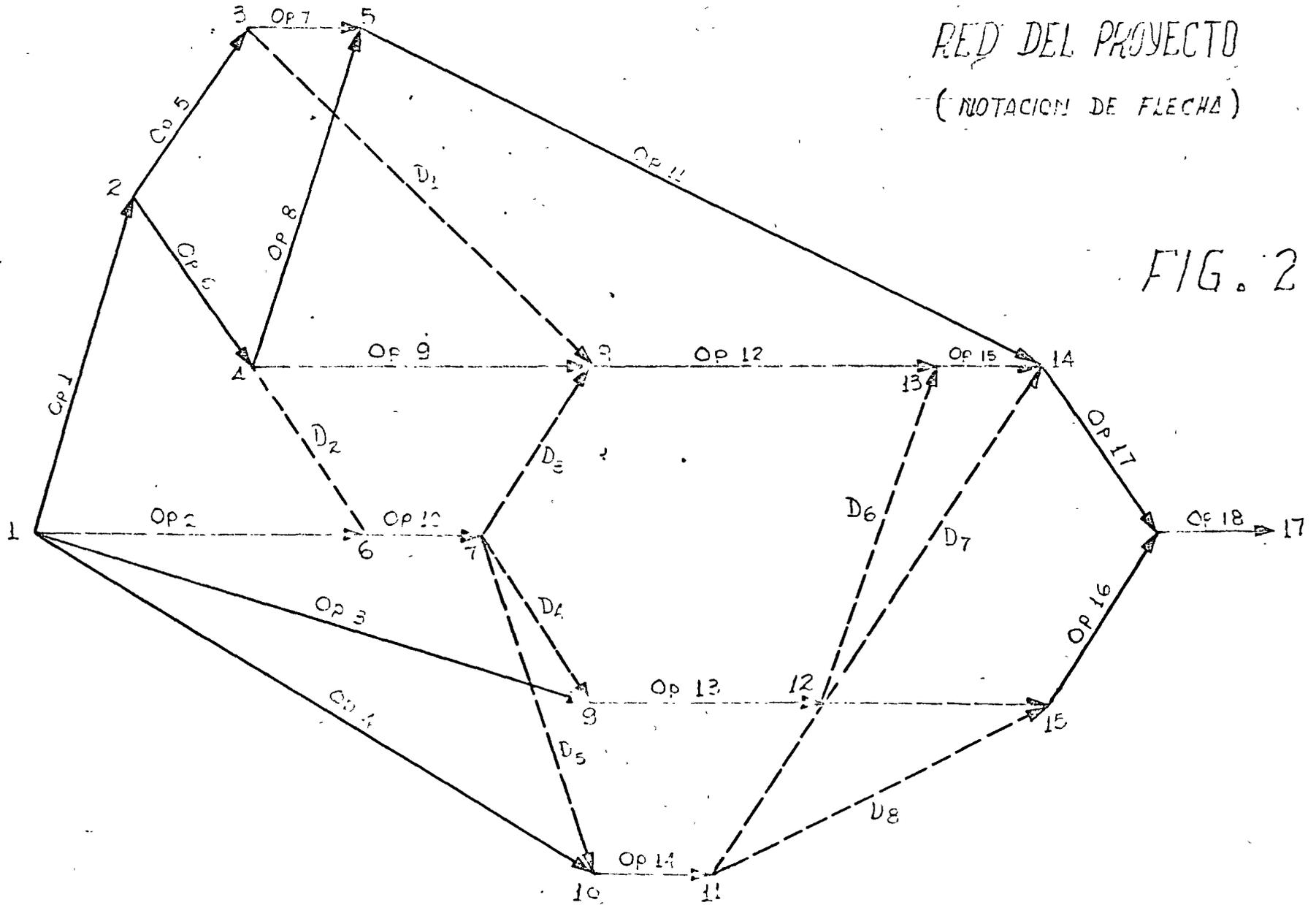
R.E.D. DEL PROYECTO  
(NOTACION DE CIRCULO)

FIG. 1



RED DEL PROYECTO  
(NOTACION DE FLECHA)

FIG. 2



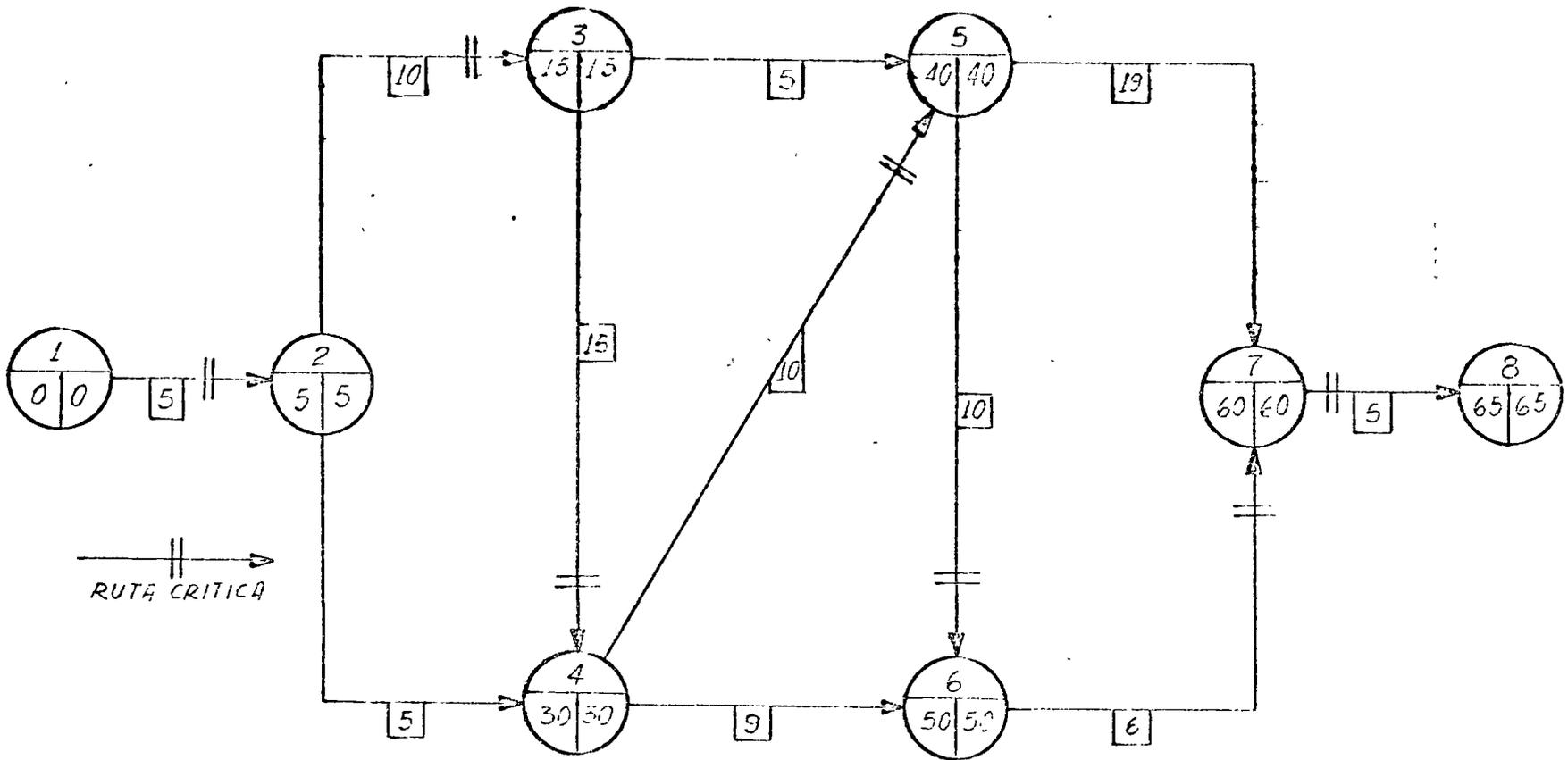
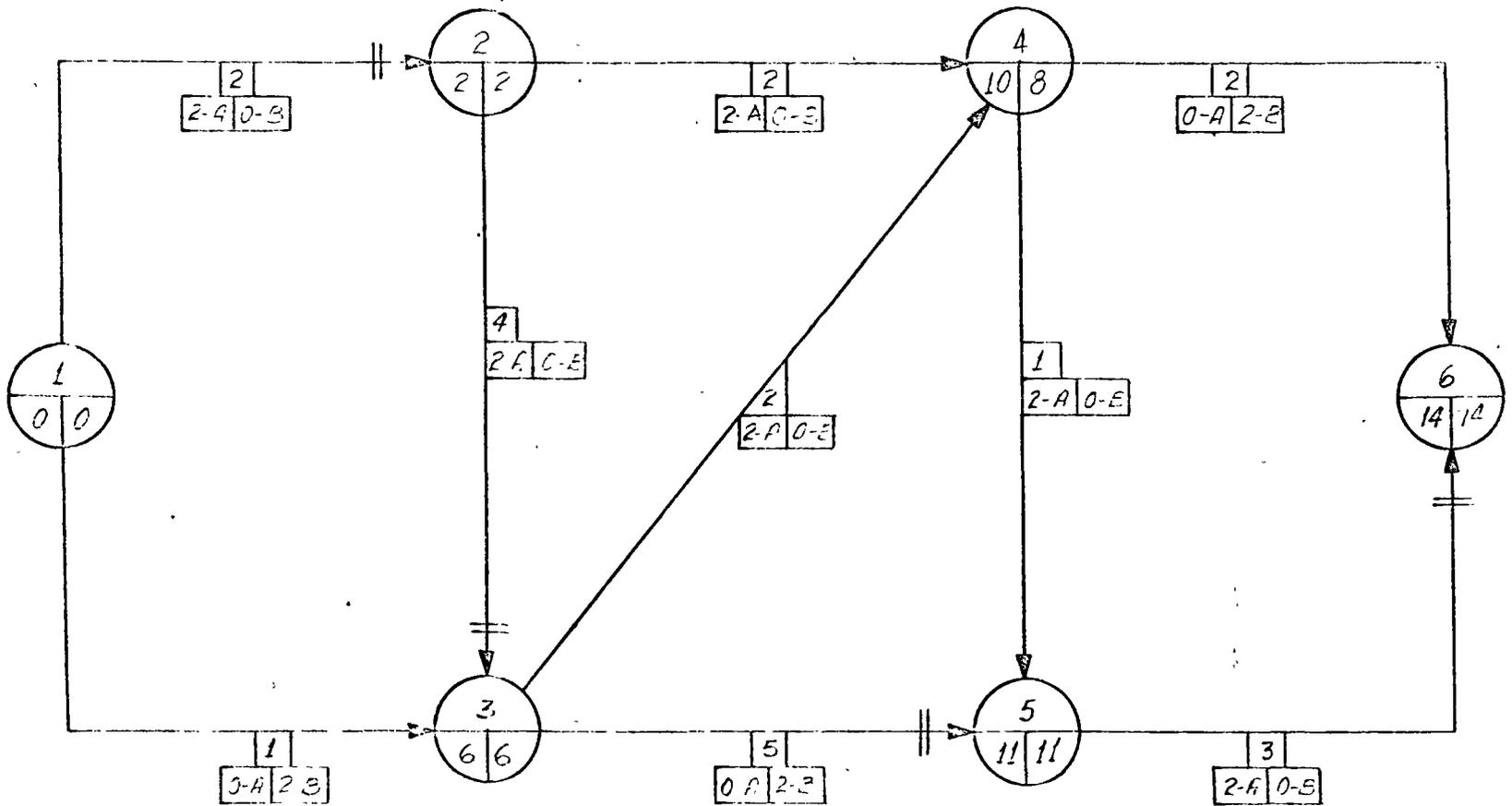
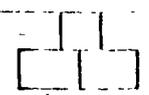


FIG. 3



DURACION  
  
 NUMERO REQUERIDO DE CADA A  
 NUMERO REQUERIDO DE CADA A

NUMERO REQUERIDO DE CADA A

FIG. 4

  
 RUTA CRITICA

Jueves Septiembre 10 de 197...

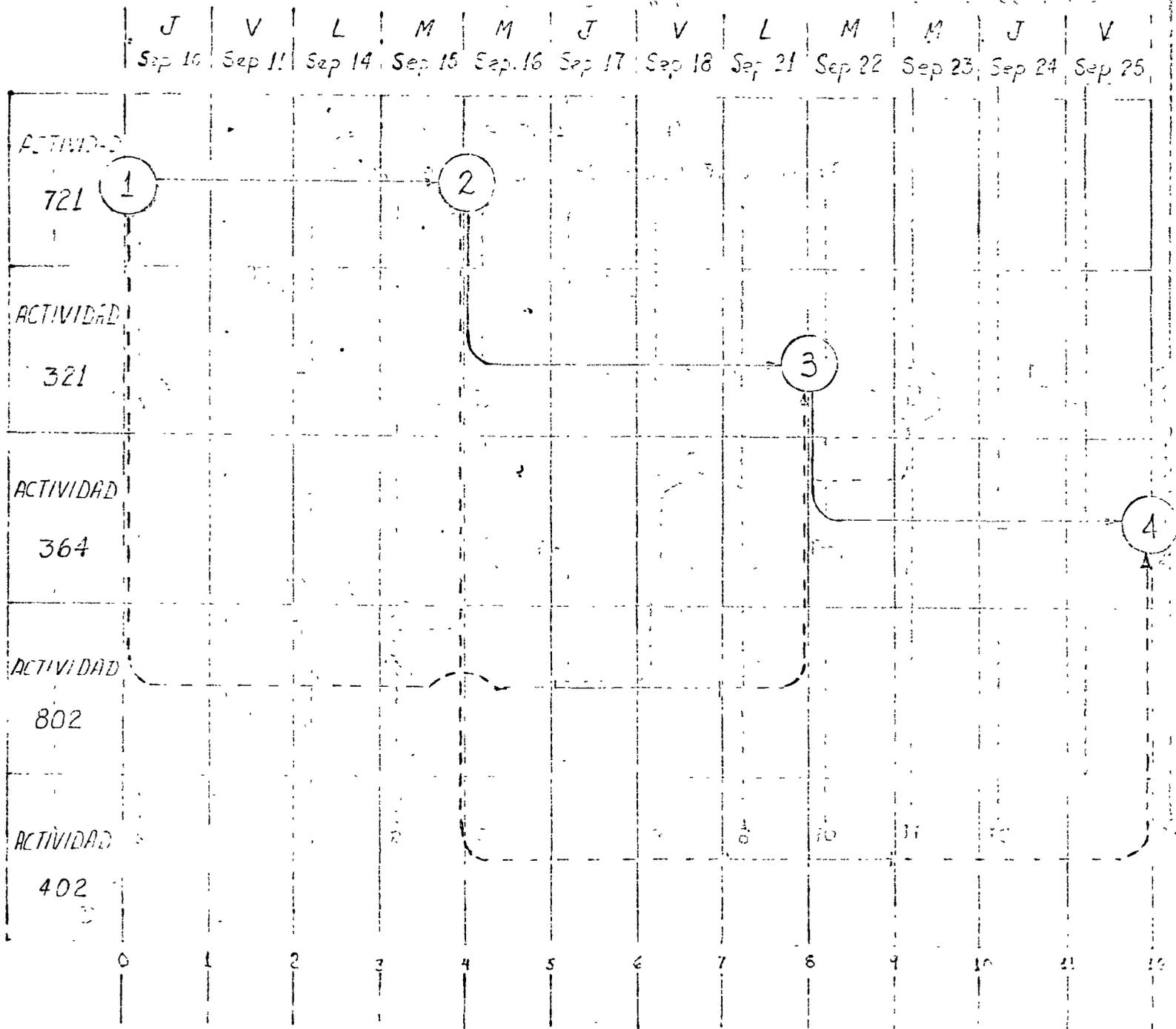


FIG. 5

ESCALA DE TIEMPO

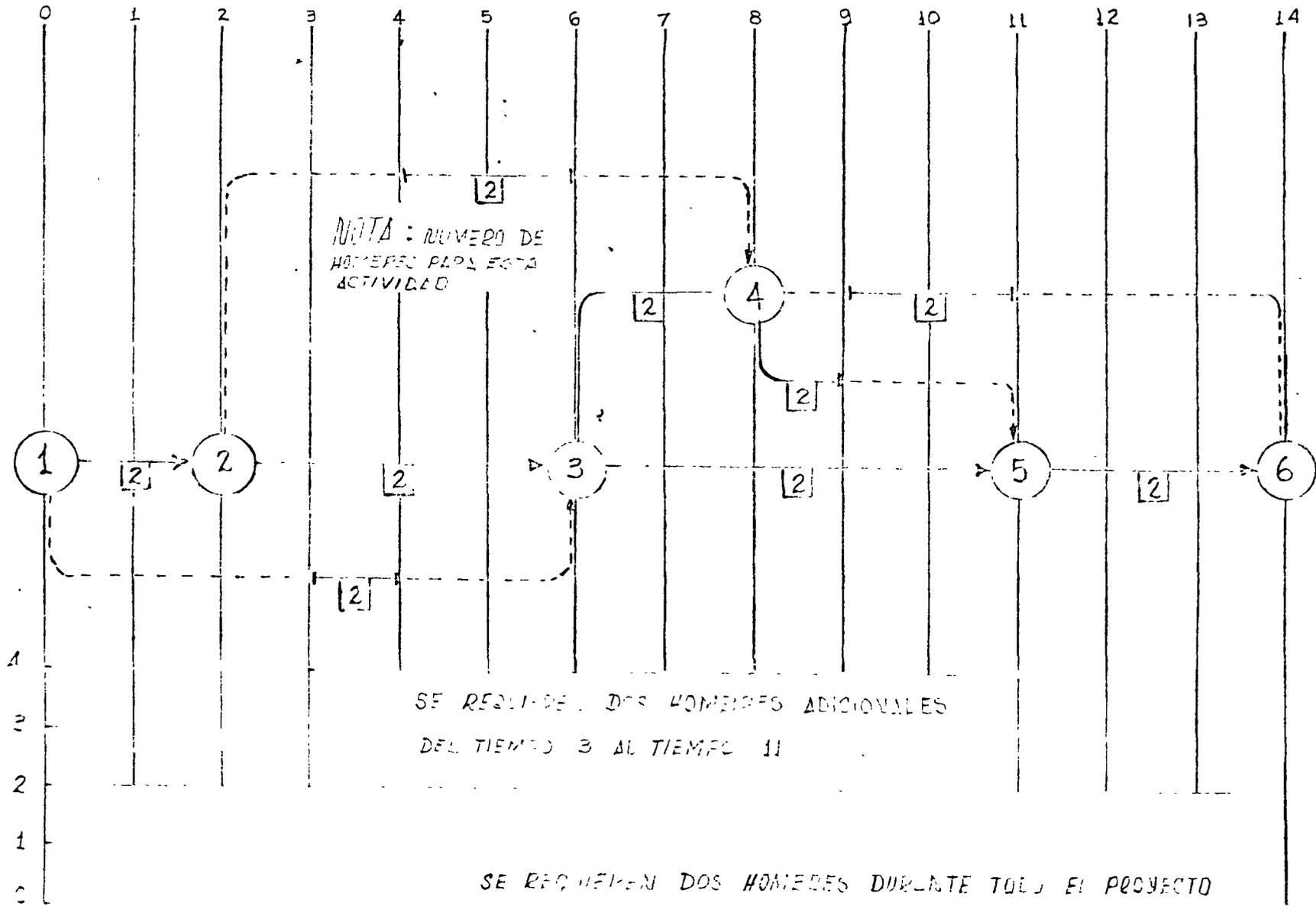


FIG. 6

FECHAS REFER A AL CALENDARIO OFICIAL

INICIO FIN  
 AÑO/DIA MES/DIA MES/DIA M/D  
 \_\_\_\_\_

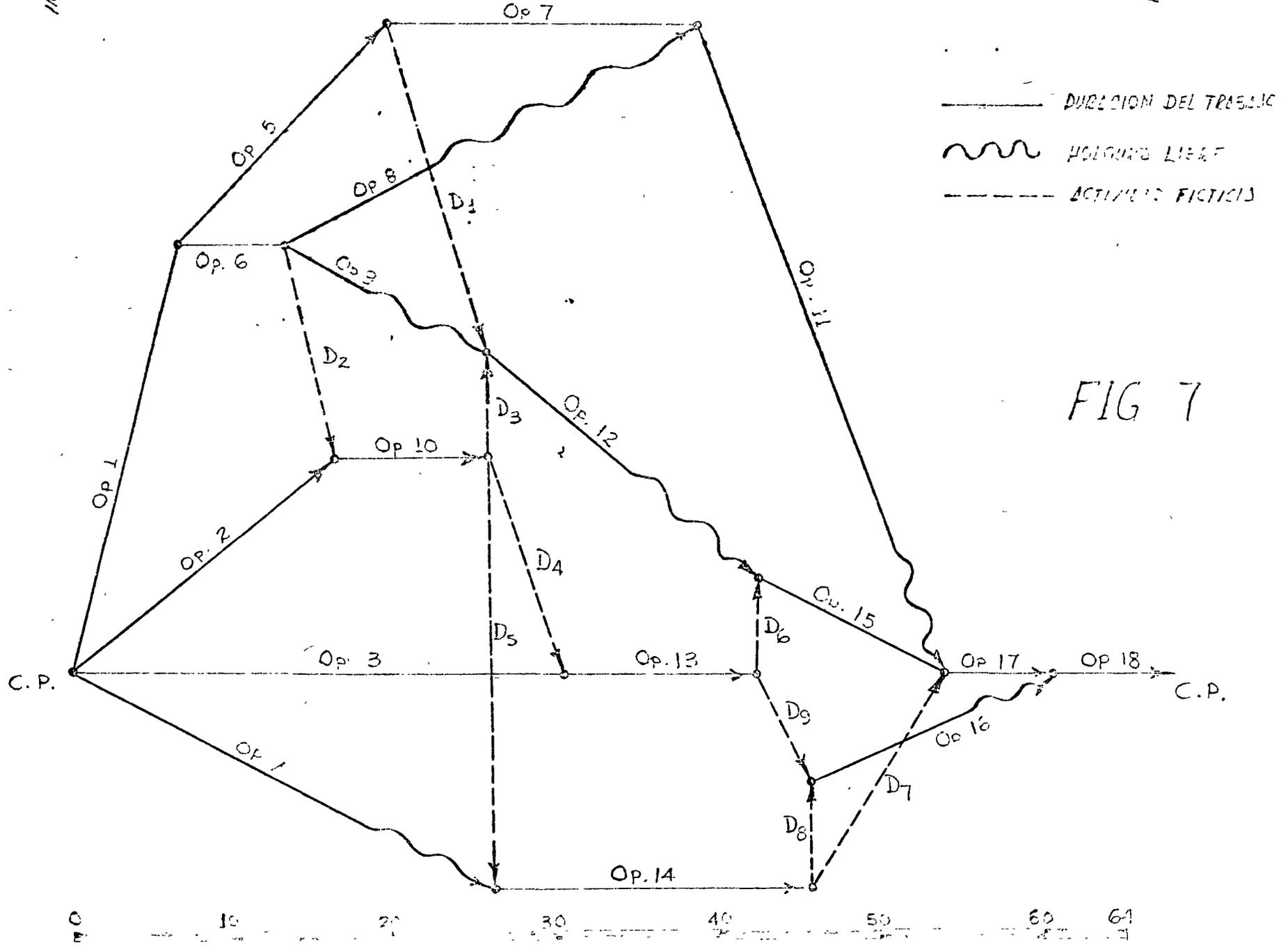


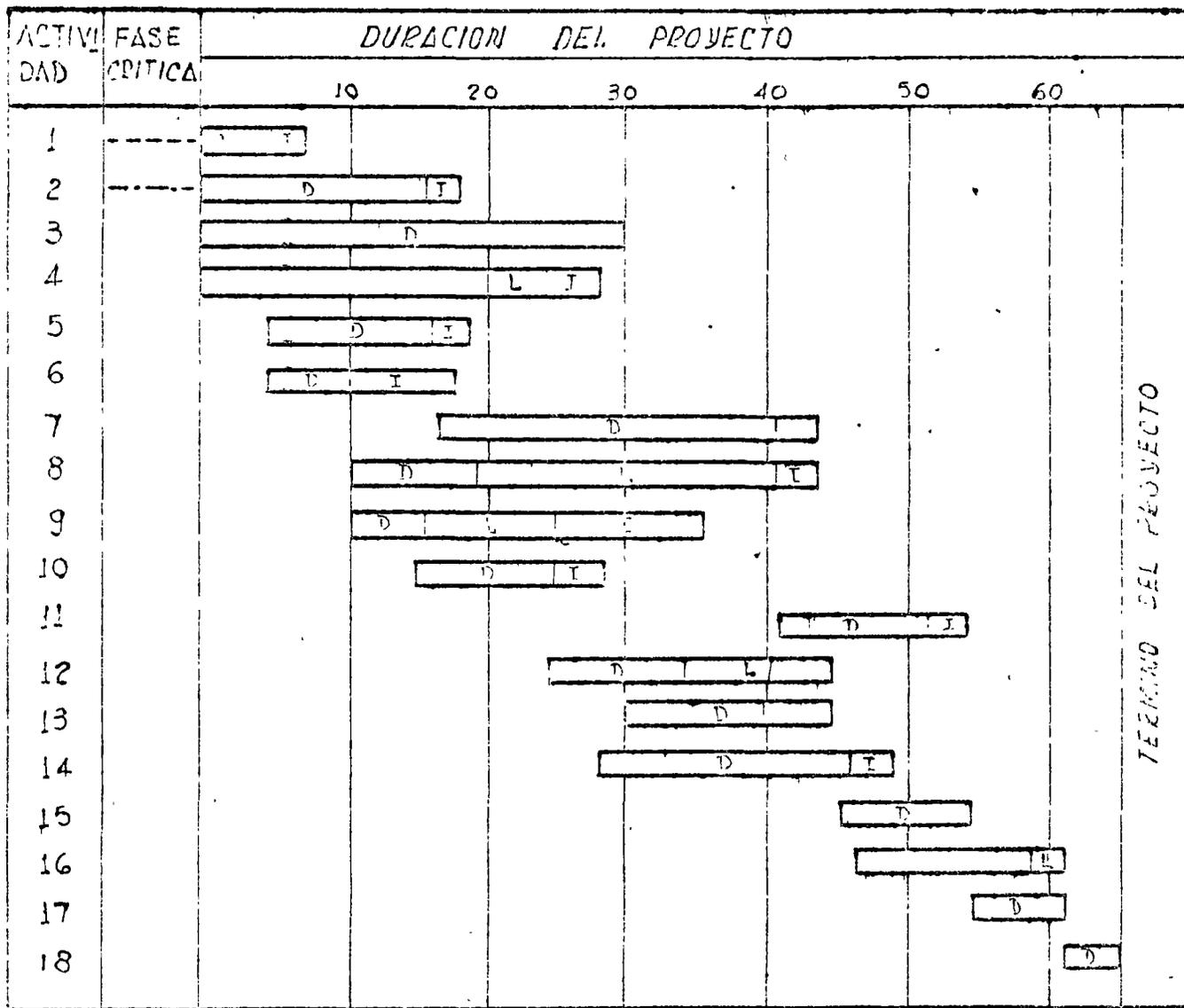
FIG 7

DIA DE TRABAJO



# DIAGRAMA DE BARRAS TIPO "GANTT"

## FASE II / CPM



TERMINO DEL PROYECTO

D = DURACION  
 L = FLOTACION LIBRE  
 I = FLOTACION INTERFERENTE

TABLA N° 2.

