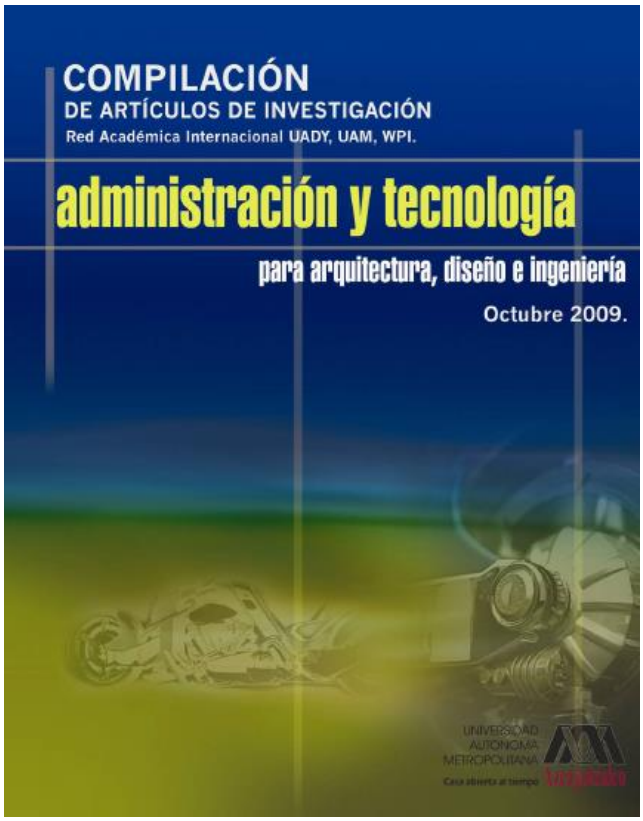

César Jorge Carpio Utrilla

La planeación y la logística del suministro de maquinaria y equipo.

Páginas 179-194

En:

Compilación de artículos de investigación (2009). México: Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, División de Ciencias y Artes para el Diseño, 2009.
ISSN: 2007-7564

Red Académica Internacional UADY, UAM, WPI. Administración y tecnología para arquitectura, diseño e ingeniería.

Universidad Autónoma Metropolitana
Casa abierta al tiempo Azcapotzalco

Universidad Autónoma Metropolitana
Unidad Azcapotzalco
https://www.azc.uam.mx

CyAD Ciencias y Artes para el Diseño

División de Ciencias y Artes para el Diseño

https://www.cyad.online/uam/

Procesos y Técnicas de Realización

Departamento de Procesos y Técnicas de Realización
http://procesos.azc.uam.mx/

Administración y Tecnología para el Diseño Investigación

Área de Administración y Tecnología para el Diseño
https://administracionytecnologiaparaeldiseno.azc.uam.mx/

Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como
Atribución-NoComercial-SinDerivadas
https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/

© 2009. Universidad Autónoma Metropolitana (UAM). Se autoriza copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato, siempre y cuando se den los créditos de manera adecuada, no puede hacer uso del material con propósitos comerciales, si remezcla, transforma o crea a partir del material, no podrá distribuir el material modificado. Para cualquier otro uso, se requiere autorización expresa de la UAM.

COMPILACIÓN DE ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN OCTUBRE 2009
Red Académica Internacional UADY, UAM, WPI.

LA PLANEACIÓN Y LA LOGISTICA DEL SUMINISTRO DE MAQUINARIA Y EQUIPO

Arq. César Jorge Carpio Utrilla

Universidad Autónoma Metropolitana UAM-A México D. F.
Procesos, Grupo de Investigación de
Administración y Tecnología para el Diseño
Correo: cjcu@correo.azc.uam.mx

RESUMEN

Como sabemos, tanto las empresas como los profesionistas no pueden iniciar actividades sin una planeación previa, si es que quieren tener éxito en lo que emprendan, ya sea que se trate de nuevos estudios, un nuevo plan de ventas, abrir un nuevo frente, etcétera. Por tanto, la planeación es un proceso fundamental del que nos valemos para seleccionar nuestros objetivos y determinar cómo los podemos lograr. También sabemos que la construcción moderna no sería posible sin la existencia de la maquinaria, las máquinas permiten a los países realizar grandes volúmenes de obra a precios razonables y en cortos períodos de tiempo. Por este motivo todo empresario que quiera dedicarse a la construcción tendrá que hacer fuertes inversiones en la compra de equipo, que le permitan desarrollar las obras que emprenda con eficacia.

Finalmente, y como consecuencia de ello, para una buena planeación de la maquinaria y equipos es necesario tomar en cuenta algunos determinantes que pueden dar la diferencia de resultados:

- Experiencia de la empresa o del responsable de los equipos
- Experiencia del operador del equipo
- Condiciones particulares del terreno
- Tipo de trabajo a realizar
- Facilidades para hacer labores de mantenimiento en el lugar
- Facilidades para realizar reparaciones
- Condiciones climáticas por la época de realización de los trabajos

1.- FACTORES DE SELECCIÓN

1.1.- El Costo: "El equipo ideal con el mínimo costo"

Para poder cumplir con el enunciado se requiere en la obra contar con los planos y los documentos del proyecto en los que se marquen o indiquen las dimensiones, formas y calidades solicitadas. Así como las especificaciones técnico-constructivas, tiempo de terminación, entregas, etcétera, que obliguen al constructor, o al residente, a analizar diversas prácticas constructivas aplicables al caso, según sea su experiencia, determinando por costo-tiempo-factibilidad cuál es el procedimiento a seguir que proporciona las mayores ventajas económicas.

Habiendo realizado los análisis, el constructor –puede- elegir: trabajar con sólo mano de obra, utilizar maquinaria, o una combinación de ambas; tomando en cuenta que a mayor rendimiento del procedimiento elegido, menor será el tiempo de ejecución y por consiguiente el costo del mismo.

El equipo para realizar trabajos de construcción, en momentos de cambio como el que vivimos, con escasez de recursos y una recesión mundial que la acompaña, se convierte en una herramienta vital para obtener ventajas competitivas, sobre todo en construcción pesada.

La selección de la maquinaria y equipo para un trabajo específico de construcción, se basa principalmente en la experiencia obtenida con anterioridad, en estudios empíricos y estadísticos para la determinación del costo por unidad de trabajo. Al hacer la selección, es necesario estimar el costo-horario y el rendimiento de producción de cada una de las máquinas a emplearse.

1.2. Determinación del costo-horario: El costo-horario está relacionado con: Cargos Fijos, Cargos de Uso o de Consumo y Cargos por Operación.

A.- Cargos Fijos: Son llamados también de propiedad, porque gravitan sobre el equipo y maquinaria todo el tiempo, independientemente si el equipo está en operación o no.

Estos cargos están compuestos de:

A.1.- Depreciación: Disminución gradual del precio original de adquisición de una máquina o equipo, y es el resultado del desgaste, obsoletismo, o la combinación de ambos factores que inciden en la reducción del valor original de éste.
A.2.- Inversión: Interés correspondiente al capital invertido en la adquisición del equipo.
A.3.- Seguros: Póliza de seguros por riesgos no previstos.
A.4.- Almacenaje: Renta por pensión.
A.5.- Mantenimiento: Reparaciones mayores o menores.

B.- Cargos de Uso o de Consumo: Son los correspondientes a combustible, lubricantes, filtros, grasas, llantas (cuando el equipo las usa, si no, ese concepto desaparece).

C.- Cargos por Operación: Son los correspondientes a los sueldos del personal encargado de manipular el equipo analizado.

Todos estos conceptos se cuantifican en pesos por hora ($/Hr.). Por otra parte, para poder determinar el rendimiento de producción, implica conocer: Tipo de material de trabajo, Potencia de la máquina y el Ciclo de trabajo.

C.1. Tipo de material de trabajo: Para cada uno se debe conocer algunas de sus propiedades físicas, como son: La densidad (Kg./m3), Expansión volumétrica (porcentaje de vacíos que se forman al desalojar el material de su lugar), Compresibilidad: Propiedad que adquiere el material al compactarse, después de haber sufrido una expansión volumétrica). Sobre el particular, existen en la práctica tablas de valores aplicables a cada tipo de suelo.

C.2.- Potencia de la máquina. Esta se divide en: Potencia disponible, es la indicada por el fabricante que puede producir la máquina. Potencia utilizable, es la disponible, menos las reducciones por la altitud, el engranaje del motor y la tracción de las ruedas al terreno. Potencia necesaria, es la mínima que ocupa la máquina para vencer la resistencia por pendientes o terreno escabroso (cuando ese sea el caso).

C.3.- Ciclo de trabajo: Un ciclo de trabajo está determinado por los eventos que se suceden desde el inicio de una actividad, por ejemplo, la carga de una unidad de acarreo por la máquina, hasta la carga de la unidad de acarreo siguiente. En general, podemos decir que el Ciclo de trabajo está determinado por ***tiempos fijos***, como los utilizados en maniobras, cambios de velocidades, carga y descarga. Y ***tiempos variables,*** como el que se utiliza para el recorrido de la carga y regreso en vacío, que va en función de la distancia de acarreo. En resumen, con la cuantificación de estos conceptos, se obtiene el rendimiento de producción en unidades por hora (m3/hr), (m2/hr), etcétera. Dividiendo el costo-horario ($/Hr.) entre el rendimiento (m3/hr), obtendremos el costo por unidad de trabajo.

1.2.- Trabajo Específico: Por su importancia en la selección de maquinaria y equipos, este factor se subdivide en:

1. Operación Específica.
2. Especificaciones Constructivas.
3. Movilidad.
4. Condiciones Atmosféricas.
5. Tiempo Programado.
6. Balanceo.

7. Versatilidad y Adaptabilidad.
8. Efectividad Operacional.

Al realizar la selección del equipo para condiciones de campo reales, la asignación de la maquinaria y equipos dependerá de varios de estos factores; sin embargo, al estudiar estos factores uno por uno, se recomienda no olvidar los demás factores, puesto que estos factores permanecen subordinados en cuanto a su efecto, y es probable que algunos de ellos concurran durante el tiempo de ejecución.

1.- Operación Específica: Es el factor primario en la selección del equipo para lograr un trabajo; este a su vez puede depender de:

a) El trabajo Físico a efectuar, al realizar la operación o actividad.
b) La disponibilidad de espacio para ello.
c) Los requisitos de potencia y su disponibilidad.

En el primer caso, supongamos por ejemplo, que queremos realizar una trinchera angosta de 5.00 m. de profundidad, la selección no se inclinaría por una retroexcavadora de neumáticos, porque este equipo tiene un límite bastante menor de profundidad.

En cuanto al segundo caso, podemos citar que no se escogería una pluma giratoria por cables cuando hay limitantes de espacio. O en otro caso, se optaría por una bomba de concreto para colar las celdas de cimentación de un edificio, en vez de circular con carretillas. En el tercer caso, obras alejadas de los servicios urbanos implica conocer la disponibilidad de fuentes de energía en el lugar, etcétera.

2.- Especificaciones Constructivas: Dentro de las especificaciones de un contrato de construcción, no siempre es posible realizarlo especificando únicamente el resultado final deseado, y dejar a libre elección la gran variedad de equipos para efectuarlo; porque puede producir un producto final totalmente inadecuado y aparentemente correcto, para evitar esto, es necesario especificar pasos intermedios, o equipos intermedios, por ejemplo, la compactación de un terreno se especifica por capas, para evitar falta de homogeneidad en el terreno.

3.- Movilidad: Este puede ser el movimiento necesario del equipo de trabajo, o de los materiales para una operación, o puede ser el movimiento planeado de una operación a otra, o de un procedimiento constructivo a otro.

4.- Condiciones Atmosféricas: La influencia de las condiciones atmosféricas es importante en la selección del equipo, la temperatura, humedad, viento, y la presión atmosférica, afectan al funcionamiento de los equipos de diferentes maneras: Las bajas temperaturas afectan la combustión interna, espesa los aceites y grasas, las altas temperaturas hacen al aire menos denso, si es seco, afecta el tiempo de fraguado; la lluvia, la nieve y la humedad excesiva pueden ocasionar problemas, las superficies mojadas dificultan la tracción, etcétera.

5.- Tiempo Programado: La selección del equipo tendrá que tomar en cuenta:

a) El tiempo permitido por el contrato de construcción.

b) La sincronización necesaria y económica de las operaciones secuenciales.

c) El efecto relativo del costo administrativo en la economía de la operación.

d) La variación de las tarifas de renta del equipo, contra el tiempo que toma a los equipos realizar la operación.

e) Balanceo del equipo interdependiente, que sus regimenes de producción sean tan compatibles como sea posible.

f) Versatilidad y adaptabilidad, que un mismo equipo pueda ser usado para diferentes operaciones.

g) Efectividad operacional. Los adelantos técnicos de los equipos permiten ahora manejar aparatos más grandes con relativa facilidad (sin olvidar que el manejo de estos aparatos requiere de maestría y precisión por su complejidad), gracias a mecanismos servo-asistidos y automatizados.

I.3.- Mantenimiento y Conservación

La maquinaria debe estar en condiciones de trabajar, pues un equipo en reparación, no solo no genera dinero al no trabajar, sino que además de una costosa compostura, hay que considerar los salarios del operador, y de otros trabajadores y equipos interdependientes, relacionados con su operación. Por lo tanto, la selección buscará aparatos que requieran el mínimo de mantenimiento económico y programado.

2.- EQUIPOS DE CONSTRUCCIÓN

Si tratáramos el uso de la maquinaria y equipo, sería necesario mencionar las características del funcionamiento y las aplicaciones de todos los equipos y modelos que existan, como no se pretende eso, haremos sólo la descripción general del equipo más usual. Es práctica común, designar a la maquinaria y equipo como herramienta de ataque, a la que se le adaptan cuantos aditamentos se pueda, y por tanto, ese será el número de designaciones que tendrá indicados. Podemos clasificarlos en dos grupos:

EQUIPO LIGERO	Vibradores	Gasolina eléctricos de aire.	
	Malacates	Gasolina eléctricos	
	Torre grúa		
	Revolvedoras		
	Bomba de agua		
	Bomba de concreto		
	Equipo de Soldadura	eléctrico gasolina	
	Sierra cortadora de concreto		
EQUIPO PESADO	Tractores	Bulldozer Angledozer Desgarradores Empujadores Pluma lateral Punzón Cadena de desplante	(cuchilla recta) (cuchilla angulable)
	Cargadores	Descarga frontal, lateral o trasera	
	Excavadora	Pala Convertible Retroexcavadora Zanjadora	Cuchara de arrastre Cuchara de almeja C. de gajos de nar. Garfios Grúa Piloteadora Demoledora Electro imán Bachas de concreto
	Escrepas	Arrastre Auto impulsadas Tandem Auto cargables	
	Transportes	Volteos, volquetes, vagonetas, plataformas Dumpats	

Motocomformadoras	
Compactadores	Pata de cabra
	Rodillo de reja
	Aplanadora de rodillos lisos
	Aplanadora tres rodillos lisos
	Compactador de llantas
	Compactador combinado (duo-pactor)
Compactadores Manuales	Pizón de mano
	Bailarina
	Rodillo manual
Compresores	Pistones
	Rotatorio
	Mono-rotor
	Tornillo
Perforadoras	Pistola de barrenación
	Pistola demoledora
	Pistola neumática
	Jumbo
	Perforadora de carretilla
	Perforadora de orugas

EQUIPOS AUXILIARES

Trituradoras	Quijadas
	Conos
	Rodillos
	Impacto
	Molino de martillos
Pavimentación	Banda transportadora
	Cribas
	Planta de trituración
	Planta de asfalto
	Planta de concreto
	Petrolizadora
	Barredora
	Pavimentadora (finisher)
	Pipa

3.- REQUISICIONES.

Como decíamos al principio, la falta de una máquina causa serios trastornos en los trabajos de una obra y en el costo de la misma, por lo que resulta necesario manejar algún método de programación del equipo que se va a emplear, de acuerdo al programa general de la obra, que nos sirva de guía para la determinación de las fechas, haciendo así nuestro pedido de maquinaria con tiempo suficiente. La requisición es un esqueleto o forma para hacer los pedidos de maquinaria y equipo que se va a utilizar en una obra.

4.- RENDIMIENTOS.

La productividad de un equipo de construcción o rendimiento por hora, no es una cantidad fija para un equipo dado, ya que depende principalmente de las condiciones del trabajo y de la dirección del mismo, de la destreza del operador, su persistencia, de la coordinación con otros equipos y además, toda máquina diseñada para ejecutar trabajos específicos de construcción, desarrolla sus movimientos de tal forma, que es imposible obtener rendimientos 100% eficientes. Toda esta variedad de causas se reúnen en diferentes coeficientes, y conjuntan las razones básicas que con la experiencia, se hayan encontrado como limitantes de la eficiencia.

En el empleo de estos equipos debemos reducir en lo posible las causas que originan estas limitantes de rendimiento, con el objeto de llegar al ideal mencionado con anterioridad.

4.1.- Coeficientes de aplicación al rendimiento.

4.2.- Coeficiente de eficiencia: Ningún equipo mecánico puede trabajar a una velocidad máxima de una manera continua, por razones que son obvias, como son: La naturaleza propia del trabajo, el mantenimiento y la necesidad de vigilar elementos sencillos pero importantes, como bandas, cables, tolvas, tornillos, etc.

Un coeficiente de eficiencia óptima considera 50 minutos aprovechables de cada hora:

50 MIN/60 MIN = 0.83

Un coeficiente normal, considera 40 minutos aprovechables de cada hora:

40 MIN/60 MIN = 0.60

4.1.2.- Coeficiente de utilización: El conocimiento, la personalidad del encargado de los trabajos en la organización de la obra, la vigilancia y el mantenimiento del equipo y las condiciones propias del terreno, explican las diferencias del rendimiento, que pueden apreciarse en la utilización del equipo. El coeficiente está basado en las condiciones de trabajo y en una buena organización de la obra.

CONDICIONES DEL TRABAJO	ORGANIZACIÓN DE LA OBRA			
	Excelente	Buena	Mediana	Mala
EXCELENTE	0.84	0.81	0.76	0.70
BUENA	0.78	0.75	0.71	0.65
MEDIANA	0.72	0.69	0.65	0.60
MALA	0.63	0.61	0.57	0.52

4.3.- Coeficiente por las condiciones de trabajo:

a.- Naturaleza del trabajo.
b.- Condiciones del clima y del terreno:
Terreno seco y drenado, terreno húmedo y mal drenado, clima cálido, polvoso, Clima frío, lluvia, viento, etcétera.
c.- Topografía y magnitud de la obra.
d.- Dificultad de maniobras, acarreos y accesibilidad.

4.4.- Coeficiente por la organización de la obra:

a.- La experiencia del personal y del manejo del trabajo
b.- La concepción, ejecución, dirección y coordinación de todas las operaciones que afectan el rendimiento.
c.- La selección, cuidado y mantenimiento del equipo, el análisis ponderado de de los puntos anteriores, es laborioso pero necesario para la programación de una obra, de acuerdo con el equipo que se tenga, y del que pueda disponerse, relacionando el coeficiente de eficiencia de la máquina con el de utilización de la misma. Se obtiene la tabla siguiente:

ORGANIZACIÓN DE LA OBRA				
	EXCELENTE	BUENA	MEDIANA	MALA
Coeficiente de utilización de la máquina	0.83 - 0.66	0.83 - 0.66	0.83 - 0.66	0.83 - 0.66
CONDICIONES DEL TRABAJO				
EXCELENTES	0.70 0.56	0.67 0.53	0.63 0.50	0.58 0.46
BUENAS	0.65 0.52	0.62 0.50	0.59 0.47	0.54 0.43
MEDIANAS	0.60 0.48	0.57 0.46	0.54 0.43	0.50 0.40
MALAS	0.52 0.42	0.51 0.40	0.47 0.38	0.43 0.35

4.5.- Coeficiente de eficiencia del personal: Aún teniendo un magnífico programa de adiestramiento de operadores de maquinaria, es imposible lograr una eficiencia uniforme de trabajo, pues la personalidad y características de cada ser humano, nos darán diferencias que nos obligan a hacer una clasificación con las siguientes variaciones:
a).- Operadores rápidos, medianos y lentos.
b).- Con magnífico acabado en su trabajo, bueno, regular y malo.
c).- Cuidadosos de su equipo, descuidados, irresponsables.
d).- Operadores de gran rendimiento, mediano o bajo.
Con el análisis de estos factores se forma la tabla siguiente, la cual es usada para el cálculo de rendimientos en función a este coeficiente.

	EXCELENTE	BUENO	REGULAR	MALO
OPERADOR	1.00	0.80	0.70	0.60

4.6.- Rendimiento: Para obtener la producción de cualquier máquina, es indispensable conocer y calcular los factores que intervienen en ella, son constantes que intervienen en el análisis de rendimientos, semejantes para cualquier tipo de trabajo que se desarrolle, y son los siguientes:

Producción de las máquinas:

a).- Capacidad de las máquinas:
Lo primero es determinar la capacidad de la máquina, lo que se denomina “la carga por ciclo”

b).- Tiempo del ciclo:
La segunda operación es calcular el tiempo del ciclo de la máquina. El tiempo del ciclo se divide en cuatro partes: carga, acarreo, descarga y regreso. Hallado el tiempo del ciclo, puede determinarse el número de ciclos por hora.

c).- Producción por hora:
El tercer punto consiste en calcular la producción, mediante la multiplicación de la carga por el ciclo y el número de ciclos por hora. Con ello se obtiene una producción por hora al 100% de eficiencia, luego se multiplica el resultado por el factor de eficiencia en el trabajo, el cual se basa en el empleo del tiempo.

d).- Factores de corrección:
Estos pueden basarse en la aptitud del operador, los métodos de producción, el tiempo atmosférico, el tránsito de vehículos, causas de fuerza mayor, etcétera. La habilidad de un contratista para determinar y emplear estos factores de corrección en las condiciones existentes en el lugar, tendrá gran influencia en su éxito en las operaciones de producción.

5.- SELECCIÓN

Para facilitar el estudio de las máquinas de construcción, vamos a relacionarlas formando grupos, con aquellas que consideramos son ideales en la ejecución del trabajo indicado. No queriendo decir con esto, que solamente son eficientes en este concepto de trabajo, ya que pueden ser igualmente eficientes en el desarrollo de dos o más conceptos diferentes, como puede verse en el cuadro siguiente, en donde se agruparon para identificarlas con el concepto, y así poder hacer su selección casi en forma automática.

CLASIFICACIÓN DE LA MAQUINARIA DE CONSTRUCCIÓN SEGÚN EL TRABAJO IDEAL QUE PUEDEN REALIZAR

Nivel A.- DESMONTE
1.- Tractores.
2.- Aditamentos especiales.

Nivel B.- DESPALME Y CORTE
1.- Tractores de orugas. 2.- Tractores de neumáticos. 3.- Cargadores frontales. 4.- Palas mecánicas. 5.- Dragas de arrastre. 6.- Retroexcavadoras. 7.- Escrepas. 8.- Moto escrepas. 9.- Escrepas auto cargables. 10.- Zanjadoras. 11.- Dragas de succión. 12.- Perforadoras. 13.- Compresores.

Nivel C.- CARGA
1.- Cargadores frontales. 2.- Palas mecánicas. 3.- Dragas de arrastre. 4.- Retroexcavado-Ras. 5.- Dragas de succión. 6.- Escrepas. 7.- Moto escrepas. 8.- Escrepas autocargables. 9.- Bandas transportadoras. 10.- Canjilones (elevador)

Nivel D.- TRANSPORTE
1.- Escrepas. 2.- Motoescrepas. 3.- Camión fuera de carretera. 4.- Camión de volteo. 5.- Volquetes para roca. 6.- Vagoneta de descarga inferior y lateral. 7.- Camión silo (para cemento). 8.- Autotanques. 9.- Pipas. 10.- Ferrocarriles.

Nivel E.- TENDIDO
1.- Moto conformadora. 2.- Moto escrepas. 3.- Tractores. 4.- Acabadoras (finisher). 5.- Tendedoras de concreto hidráulico. 6.- Esparcidores. 7.- Petrolizadoras.

Nivel F.- COMPACTACIÓN
Con carga estática: 1.- Rodillos lisos. 2.- Pata de cabra. 3.- Tamping rollers. 4.- Gridd rollers. 5.- Rodillos neumáticos (sencillos y múltiples). 6.- Duo-pactors.

Con carga dinámica, vibratorios: 1.- Rodillo liso. 2.- Tamping rollers. 3.- Gridd rollers.

Nivel G.- TRATAMIENTO DE MATERIALES

1.- Plantas cribadoras: A) Vibratorias. B) De gravedad. C) Rotatorias. 2.- Plantas trituradoras: A. Martillo. B. De bolas. C. De quijadas. D. De rodillos. E. De conos. F. De impacto. 3.- Plantas para producir concretos: A. Hidráulicos. B. Asfálticos. 4.- Dosificadoras.

Nivel H.- AUXILIARES.

1.- Para concreto: A. Mezcladoras. B. Vibradoras, B.1. De regla, B.2. De inmersión, B.3. De cimbra. C. Bombas para concreto, C.1. Bombas lanzadoras. D. Guarnicionadoras. E. Lavadoras. F. Cortadoras. G. Llanas. H. Pulidoras.
2.- Para estructuras: A. Piloteadoras. B. Grúas. C. Malacates. D. Bombas para grúa. E. Dobladora para varilla. F. Cortadoras de varilla.
3.- Para asfaltos: A. Bombas para asfalto. B. Serpentines. C. Calentadoras. D. Auto tanques nodriza.

Nivel I.- TRABAJOS SUBTERRÁNEOS

1.- Rezagadoras. 2.- Ventiladoras. 3.- Tren de barrenación. 4.- Brazos neumáticos. 5.- Torres. 6.- Escudos. 7.- Compresores. 8.- Malacates.

6.- CONSERVACIÓN

La eficiencia de los equipos de construcción, se basa en que funcionen para lo que fueron diseñados, sólo así se justifica su inversión. Cuando el equipo no está en condiciones de trabajar y necesita reparación para recuperarlo, no sólo se pierde dinero por no generar producción, si además tomamos en cuenta al operador, y a otros trabajadores y equipos interdependientes relacionados con su operación, la descompostura resulta demasiado cara.

Por la importancia de estos razonamientos, nos damos cuenta de lo esencial e imprescindible del hecho de mantener el equipo en perfectas condiciones de trabajo, tal deberá ser la intención prevaleciente. Abundando sobre el tema, debemos decir que las reparaciones mayores y los ajustes generales cuestan entre el 50% al 100% de la inversión original. Anticipándose a este gasto, el responsable de la maquinaria de construcción, debe tratar de reducir al mínimo el costo de mantenimiento de cada equipo, durante el período de su vida útil.

Hay un acuerdo entre los fabricantes del equipo, propietarios y usuarios: para lograr el mínimo costo de mantenimiento, es necesario contar con un programa de cuidado y mantenimiento regular para cada equipo, lo que se denomina: mantenimiento preventivo.

6.1.- Mantenimiento Preventivo. Este programa de mantenimiento preventivo comprende: El procedimiento a seguir y las medidas correctivas que permiten conservar el equipo en buenas condiciones de trabajo. A este respecto, las compañías fabricantes tienen un estribillo:

"Proteja constantemente, limpie perfectamente, inspecciones frecuentemente, lubrique eficientemente y repare inmediatamente".

Los responsables del equipo encuentran difícil de lograr, que los operadores y los supervisores de operación se ajusten al programa de mantenimiento preventivo. Siendo por tanto el programa de mantenimiento indispensable, ya que nos representa ahorros importantes, y además, aumenta substancialmente la disponibilidad del equipo. Este término se ve reflejado en el período de tiempo que el equipo es capaz de funcionar efectivamente, sin necesidad de "meter manos al equipo".

Si consideramos que el polvo que genera el equipo durante los trabajos de producción, es capaz de introducirse hasta las partes más recónditas del equipo, o el concreto que salpica a equipos y herramientas no es retirado de forma inmediata, la eficacia y la vida útil del equipo se verá disminuida irremediablemente. Así, un equipo es confiable cuando mantenido adecuadamente, tiene una disponibilidad mayor del 90%; un equipo más antiguo puede tener una disponibilidad un poco más baja, pero nunca debe ser menor del 80%.. Con una disponibilidad menor, el equipo deberá reponerse, además de diseñar el programa activo de mantenimiento preventivo, para mejorar la disponibilidad.

6.2.- Operaciones y registro de mantenimiento: las operaciones de mantenimiento que se efectúan en el equipo, siguen por lo general, el estribillo mencionado. En definitiva, es necesario proteger el equipo para evitar que se dañe o deteriore. La oxidación por ejemplo, se evita cubriendo o pintando las partes que puedan sufrir algún daño por la exposición a la intemperie, humedad, polvo, etcétera. Sin embargo, no se recomienda la pintura para algunas partes que deben inspeccionarse en busca de grietas muy pequeñas, o de otras señales de falla.

Definitivamente, las partes móviles que deben embonar y trabajar con tolerancias muy pequeñas entre ellas, deben pintarse, en caso contrario, al estar expuestas, deben cubrirse con el lubricante especificado. Se recomienda la limpieza general, para prevenir el desgaste de las partes críticas y poder detectarlas con oportunidad. Si se introduce el polvo y la suciedad entre las partes móviles de ajuste cerrado, se producen desgastes y roturas; la grasa y la suciedad también cubren grietas y otras señales de peligro. La limpieza puede hacerse por lavado o soplado y por vapor de agua.

Para limpieza de las partes eléctricas debe usarse un chorro de aire seco, en vez de humedad; en cambio, el equipo expuesto al concreto fresco debe lavarse con agua tan pronto como se pueda y por supuesto, en el mismo día. La necesidad de una inspección

diaria se justifica con la detección de fallas en alguna parte del equipo, antes de que se presente un paro de la máquina costoso.

Las fallas pueden detectarse de varias maneras, por ejemplo, se pueden escuchar o palpar al tacto, vibraciones anormales, golpeteos o ruidos que hagan las partes móviles.

Las regiones desgastadas o débiles de las partes estructurales, pueden detectarse por inspecciones visuales, al buscar grietas y otros.

Para inspeccionar o verificar la necesidad de mantenimiento de las partes móviles de un motor de combustión, pueden requerirse algunas pruebas, por ejemplo, verificar el consumo de combustible, la velocidad del motor o calentamiento del sistema del radiador y de otras partes. El análisis de laboratorio de una muestra de aceite lubricante, puede detectar las fallas del motor, por la cantidad de sedimentos y de otros contaminantes que pueda contener; la muestra se toma del orificio de verificación y del nivel de aceite, su análisis puede descubrir fallas del motor antes de que se presenten ruidos, vibraciones o sobrecalentamiento.

6.3.- LA CONSERVACION: La importancia de la conservación se tiene en el hecho de la impresionante cantidad de dinero que en maquinaria quedan bajo un responsable, que debe mantenerlas trabajando eficientemente. La buena conservación debe ser rutinaria, “institucionalizarse”, ya que es la que produce los más bajos costos de conservación. Al comprar una máquina nueva o usada, junto con ella le entregan un manual de conservación y operación de la misma, vienen con instrucciones muy claras y sencillas de cómo operarlas y conservarlas.

Estas instrucciones de conservación son tan sencillas que están redactadas y escritas para “operadores”, no para ingenieros mecánicos, están al alcance de una persona de mediana educación. Es necesario conocer las máquinas, ya que, por ejemplo, el radiador no siempre es la parte delantera (EMCO-TEREX), por lo que sí es necesario familiarizarse con la máquina. Los ingleses a veces llaman al radiador “la parte delantera”, y luego numeran los cilindros de atrás para adelante; esto quiere decir que sí es necesario leer y estudiar los manuales y no sólo suponer por analogía, que una máquina genérica es igual en todas sus series.

Todos los fabricantes conservan siglas de identificación: D8 HD21, TD25. Un D8H no es igual a un D8 serie H (treinta años de diferencia), un TD25 serie B es 50% menos potente y seis toneladas más ligero que un TD25 serie C, un HD21 de hace 10 años, no es igual a un HD21 serie B, tienen tales cambios mecánicos que deben usar diferentes lubricantes. Si el mecánico pone aceite de transmisión SAE90 ó 140 a una transmisión Allison, le costará $ 600,000.00 repararla; y así en consecuencia.

El responsable del equipo debe asegurarse de que el maestro mecánico ha estudiado el manual y le ha enseñado a los distintos ayudantes y mecánicos las operaciones a ejecutar: dónde engrasar, dónde aceitar y con qué clase de lubricantes; cómo ajustar y qué holguras o aprietes hay que dar.

El responsable del equipo dentro de la obra debe estar seguro de su almacén:
Combustibles: Diesel y gasolina, petróleo limpio, etcétera.

Lubricantes: Todos los necesarios, bien identificados y limpios (que no contengan agua)
Repuestos varios: Dientes, cuchillas, cables cortados, filtros, lubricantes y combustibles, electrodos para diversas máquinas soldadoras, por ejemplo.
Que todo esté limpio, incluyendo el camión en el que se llevan al sitio de uso; las bombas, mangueras, botes y embudos con coladeras en buen estado. Todo lo anterior es fácil de conseguir si se establece desde un principio un programa, y se vigila que se vuelva casi un reflejo del subconsciente: “hacer las cosas bien”.

6.4.- El Programa de Conservación: La conservación debe hacerse de acuerdo a un programa, ya que será fácil ejecutar la conservación de las máquinas, si nuestro programa se apega a los tres puntos siguientes:

1. Conocimiento de los programas de conservación que se aprenden en los manuales de cada máquina y en el campo.
2. La supervisión del responsable adecuado, en el uso de las máquinas.
3. Operadores bien pagados, bien instruidos por la supervisión, disciplinados, etcétera.

El conocimiento de los programas es muy importante, porque mientras la conservación no sea programada y bien ejecutada, no puede haber conservación confiable: “todo el personal que interviene en la conservación, debe tener un trabajo específico asignado y perfectamente conocido”.

Hay una condición psicológica que todos hemos experimentado alguna vez: la del automóvil nuevo, lo manejamos y lo cuidamos con mucho esmero y cuidado; lo mismo pasa en la obra, es indispensable, lo “número uno”: La limpieza interior y exterior en todo.

La conservación de todas las máquinas empieza como ya se dijo por la limpieza de ellas. No existe razón alguna, más que descuido o indiferencia de la supervisión, para que una máquina no guarde la limpieza de una máquina nueva. Una máquina limpia es más fácil de reparar y hacer que el operador la trate mejor. En este trabajo, hemos hablado con cierto detalle de la maquinaria directamente aplicada a la construcción, pero de la misma manera deberá tratarse al resto de los equipos y maquinarias, siguiendo una secuela semejante, para garantizar en tiempo, calidad y más bajo costo, la máxima satisfacción del cliente, con nuestros productos.

BIBLIOGRAFÍA, FUENTES DE INFORMACIÓN Y REFERENCIAS

CUTTE Rodríguez Benjamín. BREVE DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO USUAL EN CONSTRUCCIÓN. Tesis UNAM. México.
DAY David A. MAQUINARIA PARA CONSTRUCCIÓN. Edit. Limusa. México.
ELENES Gaxiola Héctor. APUNTES DE COSTOS UNITARIOS. Edit. INFONAVIT. México
NICHOLS H. L. Jr. MOVIMIENTO DE TIERRAS. Edit. Continental. México.
PEURIFOY R. L. MAQUINARIA PARA CONSTRUCCIÓN. Edit. Diana S.A. México.
PIÑA Gutiérrez Felipe. PLANEACIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN. EDIT. IPN. México.
RICCI Chacón Francisco. CURSO DE MAQUINARIA PARA CONSTRUCCIÓN. Edit. ESIA, IPN. México.