

DETERMINACION DE LA PRODUCCION DE UNA MAQUINA Y COSTES

La Producción o Rendimiento de una máquina es el número de unidades de trabajo que realiza en la unidad de tiempo, generalmente una hora

$$\text{Producción} = \frac{\text{Unidades de trabajo}}{\text{hora}}$$

Las unidades de trabajo o de obra más comúnmente empleadas en un movimiento de tierra son el m³ o la t.

La unidad de tiempo más empleada es la hora, aunque a veces la producción se expresa por día.

FACTORES

La producción no es una constante del modelo de máquina, sino que depende de una serie de factores particulares de cada aplicación como pueden ser:

a) Eficiencia horaria

Se denomina Producción óptima o de punta (Peak) P_{op} a la mejor producción alcanzable trabajando los 60' de cada hora.

En la práctica se trabaja sólo 45' ó 50' a la hora por lo que la producción normal P_n será:

$$P_n = 50/60 \times P_{op} = 0,83 P_{op} = f_h \times P_{op}$$

La relación f_h entre los minutos trabajados y los 60' de una hora es lo que se denomina eficiencia horaria, tiempo productivo, factor de eficacia o factor operacional (operating factor)

FACTORES

b) Condiciones de trabajo de la obra en cuestión:

b.1.- Naturaleza, disposición y grado de humedad del terreno.

b.2.- Accesos (pendiente, estado del firme). repercuten:

En la potencia necesaria de los vehículos y por consiguiente, en el consumo de combustible.

En el tiempo de transporte (velocidades desarrolladas).

En la capacidad de transporte, al ser mayores las cargas si están bien conservadas.

b.3.- Climatología (visibilidad, pluviometría, heladas)

b.4.- Altitud, que puede reducir la potencia de las máquinas.

FACTORES

c) Organización de la obra

c.1.- Planificación: Afecta a la producción de la máquina: esperas, maniobras,...

c.2.- Incentivos a la producción.

d) Habilidad y experiencia del operador



TERMINOLOGÍA

- **Tiempo de permanencia en obra:** Es el tiempo calendario transcurrido entre la llegada de la máquina a la obra y su retirada de la misma obra. Generalmente se expresa en días.
- **Tiempo calendario laborable:** Es el tiempo que la legislación laboral y la organización de la obra permiten utilizar para el trabajo durante el tiempo de permanencia en obra del equipo considerado. Generalmente se expresa en horas y meses.
- **Tiempo laborable real:** Es el tiempo calendario laborable que realmente se emplea para el trabajo, pues hay circunstancias fortuitas como las debidas a fenómenos atmosféricos, catástrofes, huelgas, etc., que impiden trabajar durante parte del tiempo calendario laborable. Se mide también en horas y se denomina **HI**

TERMINOLOGÍA



- **Tiempo de máquina en disposición:** Es la parte de tiempo laborable en que la máquina o equipo considerado se encuentra apta y dispuesta para el trabajo, por no necesitar ninguna clase de mantenimiento. Se mide en horas y se denomina **Hd**.
- **Tiempo de utilización:** Es el tiempo en que la máquina está trabajando en la obra directamente en el tajo productivo o en movimientos necesarios pero no productivos. También se expresa en horas y su denominación será **Hu**.
- **Tiempo de trabajo útil:** Es el tiempo en que la máquina trabaja directamente en el tajo productivo. También será expresado en horas y se denomina **Ht**

TERMINOLOGÍA

- **Duración de la hora de trabajo útil:** Normalmente se considera que un operador de cualidades medias, durante cada hora que la máquina está en el tajo, utiliza realmente 54 minutos en el trabajo y tiene una pérdida de 6 minutos en pequeñas paralizaciones aleatorias no debidas a averías, mantenimiento, ni falta de tajo, ni a cambio de posición de trabajo dentro del tajo, preparación del mismo, etc.
- **Horas invertidas en mantenimiento y en averías fortuitas:** Como sus nombres indican son respectivamente las horas invertidas en realizar el mantenimiento, **Hm** y las perdidas por averías fortuitas, **Ha**.
- **Fiabilidad de una máquina:** Se entiende por fiabilidad de una máquina, a la probabilidad de que funcione en un intervalo de tiempo determinado sin que sufra interrupciones su trabajo a causa de averías de algunos de sus órganos.

TERMINOLOGÍA

- **Disponibilidad intrínseca de una máquina:** Definido como el cociente de las horas de utilización de la máquina entre la suma de las mismas más las horas invertidas en mantenimiento y en averías fortuitas.

$$d = \frac{H_u}{H_u + H_m + H_a}$$

- **Factor de disponibilidad en obra:** Es la relación entre el tiempo de máquina en disposición (dentro de la jornada laborable, se utilice o no la máquina) y el tiempo laborable real, durante la permanencia de la máquina en obra. Se denomina **Fd**

$$F_d = \frac{H_d}{H_l} = \frac{H_u + H_p}{H_u + H_p + H_a + H_m}$$

TERMINOLOGÍA

- **Factor utilización:** Es la relación entre el tiempo de utilización y el tiempo en disposición. Se denomina **Fu**

$$F_u = \frac{H_u}{H_d}$$

- **Factor de eficacia:** Es la relación entre la producción obtenida en una hora de utilización y una producción horaria tipo. Este factor depende de muchas variables, como son: habilidad del operario, calidad del material trabajando, condiciones ambientales y del tajo, etc.

A yellow excavator is shown in a construction or demolition site, positioned over a large pile of rubble. The excavator's arm is extended, and its bucket is partially visible at the bottom of the frame. The background is a bright, overexposed sky.

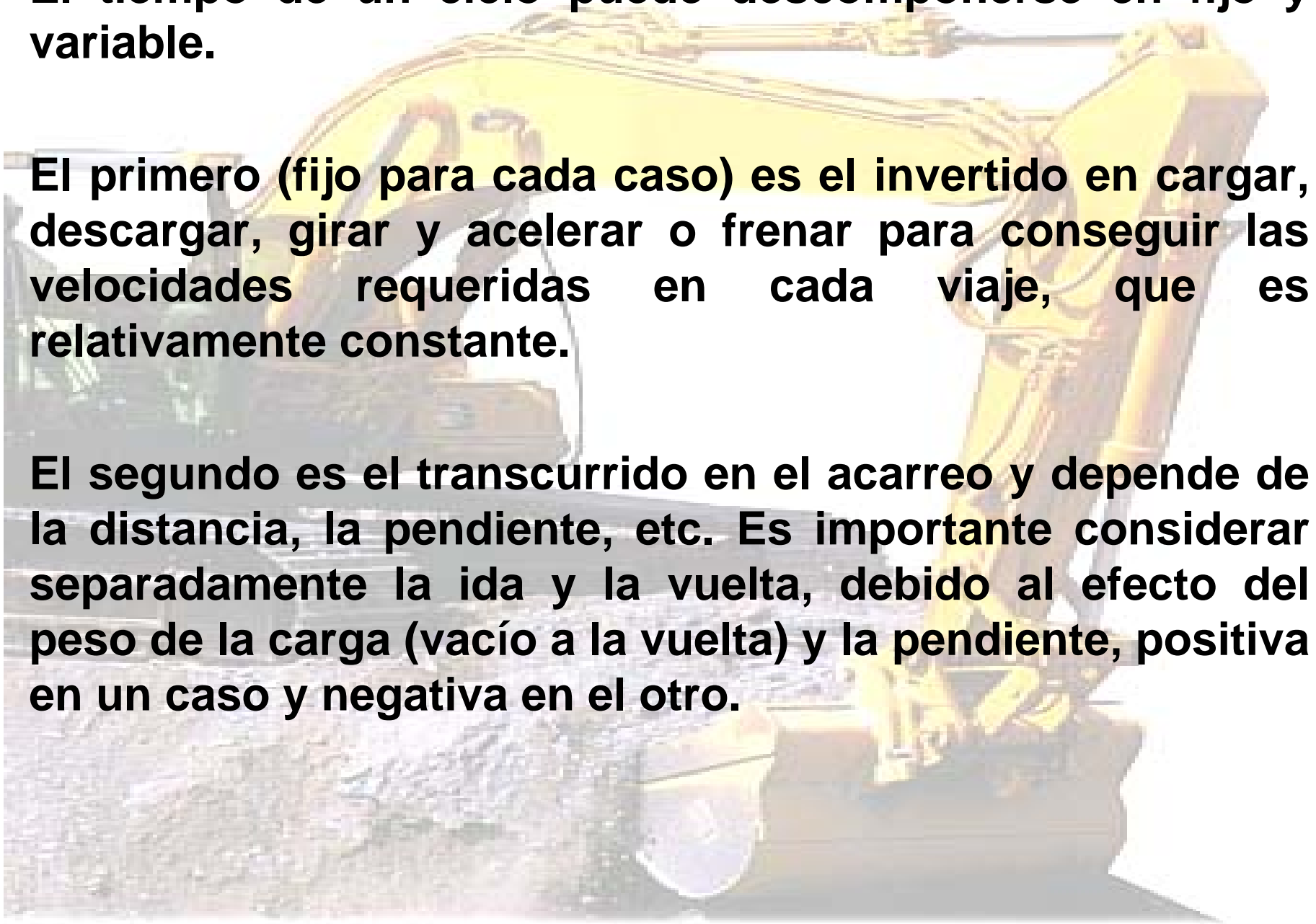
CICLO DE TRABAJO

Se denomina **Ciclo de Trabajo** a la serie de operaciones que se repiten una y otra vez para llevar a cabo dicho trabajo. Tiempo del Ciclo será el invertido en realizar toda la serie hasta volver a la posición inicial del ciclo.

El tiempo de un ciclo puede descomponerse en fijo y variable.

El primero (fijo para cada caso) es el invertido en cargar, descargar, girar y acelerar o frenar para conseguir las velocidades requeridas en cada viaje, que es relativamente constante.

El segundo es el transcurrido en el acarreo y depende de la distancia, la pendiente, etc. Es importante considerar separadamente la ida y la vuelta, debido al efecto del peso de la carga (vacío a la vuelta) y la pendiente, positiva en un caso y negativa en el otro.



FÓRMULA DE LA PRODUCCIÓN

Una vez calculada la duración del ciclo de trabajo, es posible estimar los ciclos que la máquina realiza en una hora (60/duración en minutos) y conociendo la capacidad de la máquina (volumen de carga,...) es inmediato el cálculo de la producción:

$$Pr oducción (t \text{ ó } m^3) = Capacidad (t \text{ ó } m^3/ciclo) \times n^{\circ} \text{ ciclos/hora}$$

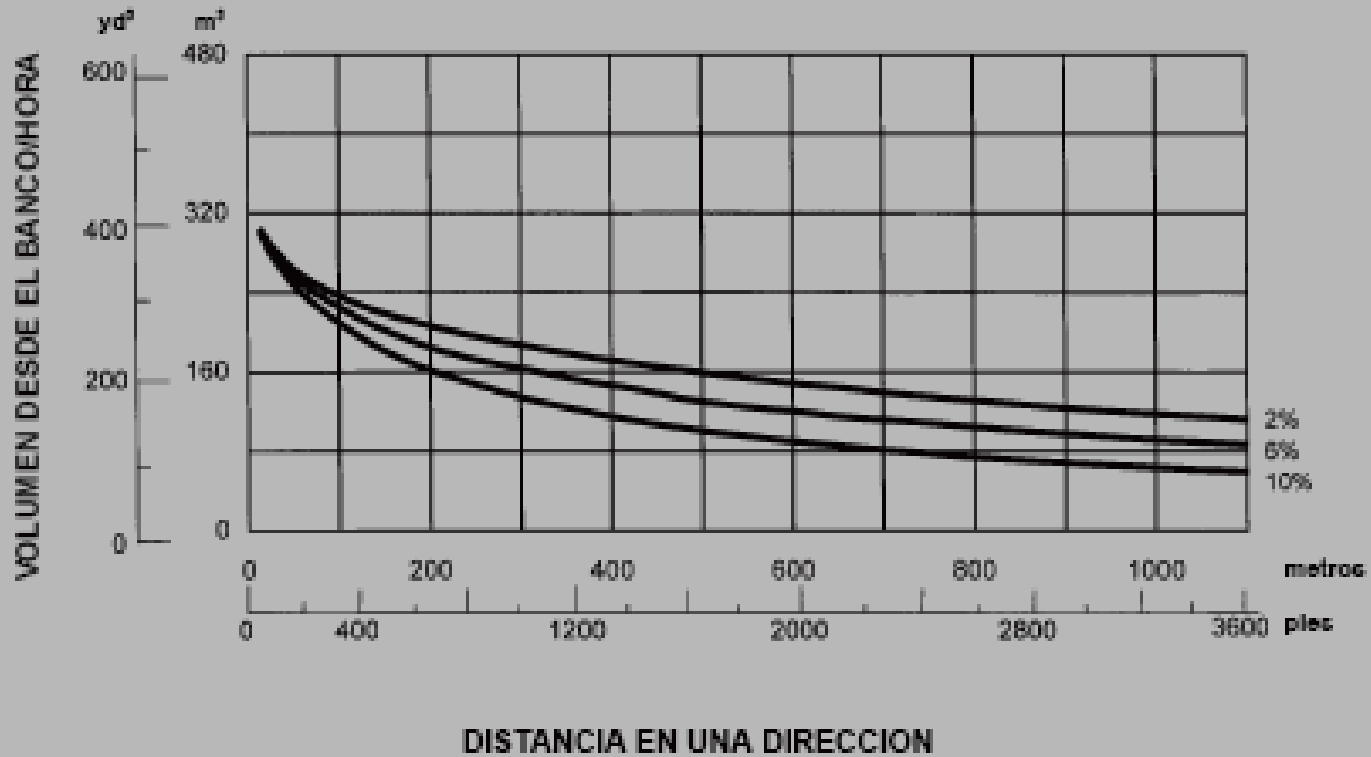
Esta es la producción teórica horaria. La efectiva o real será la resultante de aplicar a la anterior los factores correctores que se considere en cada caso

$$P_r = C \times \frac{n^{\circ} \text{ ciclos}}{\text{hora}} \times f_1 \times f_2 \times \dots \times f_n$$

DISTANCIA vs. PRODUCCION

CONDICIONES: Camino de acarreo plano. Los porcentajes de esta gráfica representan sólo la resistencia a la rodadura. Eficiencia del 100% (hora de trabajo de 60 minutos).

- Densidad del material: 1780 kg/m³ (3000 lb/yd³).
- Carga útil: 16.344 kg, 8.8 m³b (36.000 lb, 12 yd³b).
- Peso vacío: 23.900 kg (52.640 lb).
- Tiempo fijo: 1,2 minutos.



CÁLCULO DEL COSTE DE LA UNIDAD DE OBRA

Se tratará de encontrar la mejor relación entre rendimiento y gastos, es decir, el costo más bajo posible por unidad de material movido.



El coste horario de una máquina puede hacerse exhaustivamente mediante la suma de varios factores. Los principales son:

- **División del coste inicial entre el período de amortización que se pretende.**
- **Intereses del capital pendiente de amortización.**
- **Gastos de mantenimiento y reparaciones que se estima durante dicho período.**
- **Gasto en consumos de carburante y neumáticos.**
- **Mano de obra de los operarios, etc.**

Con todo esto es posible llegar a un resultado de coste en €/hora.

Una vez conocido el coste horario de la máquina y calculado el rendimiento es fácil estimar el coste de producción:

$$\text{Coste de Producción} = \frac{\text{Coste horario}}{\text{Producción}}$$

La fórmula más general es:

$$\text{€/t ó m}^3 = (\text{€/Hora}) / (\text{t ó m}^3/\text{Hora})$$

CONTROL DE COSTES

Los costes de una obra se dividen en directos e indirectos.

- Son directos todas las unidades de obra subcontratadas, y aquellas que el contratista principal ejecuta con su personal.**
- Indirectos, los de su propio personal de control de calidad, dirección y administración, de forma que aunque los precios de los subcontratistas sean fijos, retrasos de éstos en la ejecución repercuten en sus costes indirectos y en aquellas unidades suyas que no avanzan de forma que los costes aumentan con los retrasos.**

El control de costes entra en la planificación económica.

La planificación (informatizada) de una obra se divide en:

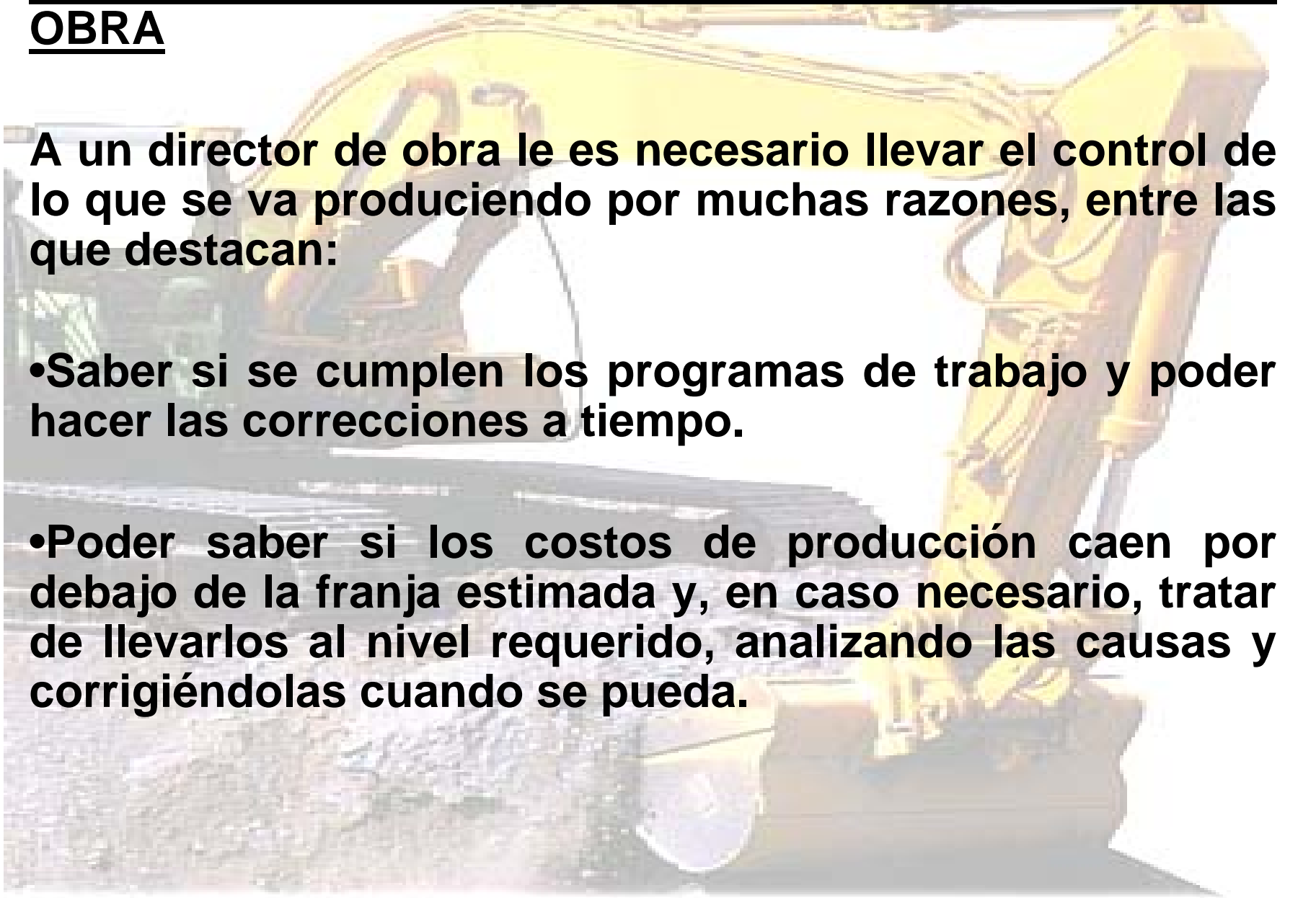
- a) Plan de obra o programa técnico: es un estudio del proceso constructivo descompuesto en actividades y de sus plazos de ejecución, mediante un modelo gráfico, PERT, Red de Precedencias, etc.**
- b) Planificación económica, o plan de objetivos, de costes, resultados y producción (certificaciones) con su seguimiento y actualización cada determinado tiempo.**


CONTROL DE PRODUCCIÓN DE LA MAQUINARIA EN OBRA

A un director de obra le es necesario llevar el control de lo que se va produciendo por muchas razones, entre las que destacan:

- **Saber si se cumplen los programas de trabajo y poder hacer las correcciones a tiempo.**

- **Poder saber si los costos de producción caen por debajo de la franja estimada y, en caso necesario, tratar de llevarlos al nivel requerido, analizando las causas y corrigiéndolas cuando se pueda.**





El control de producción diario suele hacerse por unidades de obra, cuando la unidad se ejecute mediante un conjunto de operaciones realizadas por una máquina o por un equipo de máquinas.

DIFERENTES MÉTODOS PARA MEDIR LA PRODUCCIÓN

Es muy variable la forma de medir la producción de las máquinas.

En máquinas de excavación y terraplenados suele medirse su producción volumétricamente, pero es preciso especificar el estado del material medido, y así se utilizan los siguientes tipos de unidades:

•m³ de material medido sobre el perfil en su yacimiento original.

•m³ de material colocado y compactado en su emplazamiento definitivo.

•m³ de material esponjado sobre cazo o caja de máquina.

Para la medición por los dos primeros tipos de unidades, hay que hacer levantamientos topográficos antes de empezar y una vez terminados los tajos.

En el tercer caso el conteo lo debe realizar el operador de la máquina y anotarlo en la hoja de ruta.

