

RENDIMIENTO DE: CARGADOR FRONTAL Y RETROEXCAVADORA



Algunos equipos de carga son el cargador frontal, retroexcavadora, pala hidráulica, pala mecánica, draga y otras, que en ocasiones, también se utilizan como equipos de excavación.

En general para estos equipos, el rendimiento horario se obtiene al calcular la cantidad de material que mueve el cucharón en cada ciclo y multiplicando por el número de ciclos por hora.

$$\text{Rendimiento horario} = \frac{M^3}{\text{ciclo}} \times \frac{\text{ciclos}}{\text{hora}}$$

La cantidad de material que mueve el cucharón en cada ciclo es la capacidad nominal del cucharón afectada por un factor de carga o llenado, expresado en forma de porcentaje, que depende del tipo de material que se cargue.

$$\frac{M^3}{\text{ciclo}} = \text{capacidad nominal} \times \text{factor de carga}$$

El factor de carga se puede determinar empíricamente (por medio de mediciones), o tomarse de los manuales de fabricantes. A continuación se muestran dos tablas para definir el factor de llenado, la primera para cargadores frontales (tabla a) y la segunda para retroexcavadoras (tabla b).

Factores de carga o llenado para cucharón de cargador frontal

FACTOR DE LLENADO DEL CUCHARÓN PARA CARGADOR FRONTAL

La tabla indica la cantidad aproximada del material como porcentaje de la capacidad nominal de cucharón, o sea lo que realmente moverá el cucharón por ciclo.

Material suelto	Factor de llenado
Agregados húmedos mezclados	95-100%
Agregados uniformes hasta 3mm (1/8")	95-100%
De 3 a 9mm (1/8 a 3/8")	90-95%
De 12 a 19mm (1/2 a 3/4")	85-90%
De 25mm (1") y más grandes	58-90%

Roca de voladura	Factor de llenado
Bien fragmentada	80-95%
De fragmentación mediana	75-90%
Mal fragmentada	60-75%

Varios	Factor de llenado
Mezcla de tierra y roca	100-120%
Limo húmedo	100-110%
Suelo, piedras, raíces	80-100%
Materiales cementados	85-95%

NOTA: Los factores de llenado para cargadores de ruedas dependen de la penetración del cucharón, la fuerza de desprendimiento, el ángulo de inclinación hacia atrás, el perfil del cucharón y el tipo de herramientas de corte como dientes de cucharón o cuchillas reemplazables empernables.

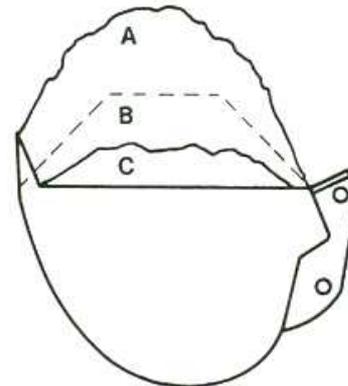
Factores de carga o llenado para cucharones de retroexcavadora

FACTOR DE LLENADO PARA CUCHARÓN DE RETROEXCAVADORA

En una excavadora, la carga útil del cucharón (cantidad de material por ciclo) depende del tamaño y forma del cucharón, de la fuerza de plegado y de características del suelo reflejadas en el factor de llenado; se indican a continuación estos factores para algunos materiales.

Promedio de carga útil del cucharón = (Capacidad colmada del cucharón) X (Factor de llenado del cucharón)

Material	Factor de llenado (Porcentaje de la capacidad colmada del cucharón)
Marga mojada o arcilla arenosa	A --- 100-110%
Arena y grava	B --- 95-110%
Arcilla dura y compacta	C --- 80-90%
Roca bien fragmentada por voladura	60-75%
Roca mal fragmentada por	40-50%



Cargadores frontales

Para determinar el número de ciclos/hora, de un cargador frontal, se establecerá la eficiencia de la operación o sea minutos efectivos de trabajo en una hora dividido entre el tiempo en minutos del ciclo.

$$\frac{\text{Ciclos}}{\text{hora}} = \frac{\text{minutos efectivos de trabajo en la hora}}{\text{tiempo del ciclo (en minutos)}}$$

La determinación del tiempo de ciclo de un cargador se hará a partir del tiempo de ciclo básico y se le sumaran o restaran fracciones de minuto de acuerdo con las condiciones que se tendrán en campo.

Para cargadores articulados el tiempo del ciclo básico varía dependiendo, en gran medida del tamaño del equipo, entre 0.40 a 0.80 minutos, (de menor a mayor tamaño) y se sumarán o restaran fracciones de minuto según las condiciones siguientes:

TABLA PARA ESTIMAR EL TIEMPO DE CICLO PARA CARGADOR

	Minutos a sumar (+) o a restar (-) del ciclo básico
Máquina	
Manipulador de materiales	(-) 0.05
Materiales	
Mezclados	(+) 0.02
Hasta 3mm (1/8 pulg)	(+) 0.02
De 3mm (1/8 pulg) a 20mm (3/4 pulg)	(-) 0.02
De 20mm (3/4 pulg) a 150mm (6 pulg)	0.00
Más de 150mm (6 pulg)	(+) 0.03 y más
Banco o fracturado	(+) 0.04 y más
Pila	
Apilado por transportador o topadora a más de 3 m (10 pies)	0.00
Apilado por transportador o topadora a menos de 3 m (10 pies)	(+) 0.01
Descargado por camión	(+) 0.02
Varios	
Mismo propietario de camiones y cargadores	Hasta (-) 0.04
Propietario independiente de camiones	Hasta (+) 0.04
Operación constate	Hasta (-) 0.04
Operación intermitente	Hasta (+) 0.04
Punto de carga pequeño	Hasta (+) 0.04
Punto de carga frágil	Hasta (+) 0.05

EJEMPLO DE CÁLCULO DE RENDIMIENTO DE CARGADOR FRONTAL

Necesitamos conocer cuál será el rendimiento de un cargador frontal con las condiciones siguientes:

Capacidad del cucharón 2.5 m^3

Carga de roca de voladura medianamente fragmentada

Propietario independiente de equipo de acarreo

Encontremos el tiempo de ciclo, al ser un cucharón pequeño, tomaremos el ciclo básico de 0.4 min, según las condiciones le sumamos 0.04 min por banco y 0.04 por propietario y restamos 0.04 min por operación constante:

$$\text{Ciclo} = 0.44 \text{ min}$$

Ciclos por hora suponiendo una eficiencia del 75%

$$\frac{\text{Ciclos}}{\text{hora}} = \frac{60 \frac{\text{min}}{\text{hr}} \times (0.75)}{0.44 \frac{\text{min}}{\text{ciclo}}} = 102.27 \frac{\text{ciclos}}{\text{hr}}$$

Ahora calcularemos el volumen de material que se moverá en cada ciclo, de acuerdo a lo referido anteriormente:

$$\frac{M^3}{\text{ciclo}} = \text{capacidad nominal} \times \text{factor de carga}$$

Conocemos la capacidad nominal que es de 2.5m^3 , el factor de carga será de acuerdo al material que se mueve, para nuestro caso tenemos roca de voladura medianamente fragmentada por lo que vemos en la [tabla a](#) que el factor va de 0.75 a 0.9, escogemos el menor, y calculamos:

$$\frac{M^3}{\text{ciclo}} = 2.5\text{m}^3 \times 0.75 = 1.875 \frac{\text{m}^3}{\text{ciclo}}$$

Finalmente el rendimiento será:

$$\text{Rendimiento horario} = 1.875 \frac{m^3}{\text{ciclo}} \times 102.27 \frac{\text{ciclos}}{\text{hr}} = 192 \frac{m^3}{\text{hr}}$$

Otra forma de obtener el rendimiento consiste en hacer uso de las tablas de rendimientos que proporciona el fabricante, siempre tomando en cuenta las condiciones en que la tabla está hecha.

Siguiendo con el ejemplo anterior, tenemos un cucharón de 2.5 m^3 y un tiempo de ciclo de 0.44 min , con estos datos entramos a la tabla c que en las columnas nos muestra la capacidad de cucharón y en los renglones el tiempo del ciclo y en número de ciclos por hora.

Entrando con los datos conocidos encontramos en el cruce más cercano (2.5 m³ y 0.45 min) una producción horaria de 332 m³ y aplicándole los factores de eficiencia y factor de carga que en la misma tabla se contemplan, el rendimiento será:

$$\text{Rendimiento horario} = 332 \text{ m}^3 \times 0.75 \times 0.75 = 186 \frac{\text{m}^3}{\text{hr}}$$

Nota: se puede realizar una interpolación para los datos conocidos y el resultado del rendimiento será más cercano al rendimiento obtenido analíticamente.

Tamaño del cucharón (m ² o yd ²)		1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0			
Tiempo de ciclo	Ciclos por hora	Los números en fondo blanco indican producción media.																					
0,35	171																						
0,40	150	150	225	330	375	450	525																
0,45	133	135	200	268	332	400	466	530	600	665	730	800	865										
0,50	120	120	180	240	300	360	420	480	540	600	660	720	780	840	900	960	1.003	1.080	1.140	1.200			
0,55	109	109	164	218	272	328	382	436	490	545	600	655	705	765	820	870	925	980	1.008	1.090			
0,60	100	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1.000			
0,65	92	92	138	184	230	276	322	368	416	460	505	555	600	645	690	735	780	830	875	920			
0,70	86							342	386	430	474	515	560	600	645	690	730	775	815	860			
0,75	80													560	600	640	680	720	760	800			

Tamaño del cucharón (m ² o yd ²)		11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	21,0	22,0	23,0	24,0	25,0	26,0
Tiempo de ciclo	Ciclos por hora	Los números en fondo blanco indican producción media.															
0,35	171																
0,40	150																
0,45	133																
0,50	120	1.320	1.440														
0,55	109	1.200	1.310	1.420	1.520	1.635	1.740	1.850	1.960	2.070	2.180	2.285	2.395	2.505	2.615	2.725	2.830
0,60	100	1.100	1.200	1.300	1.400	1.500	1.600	1.700	1.800	1.900	2.000	2.100	2.200	2.300	2.400	2.500	2.600
0,65	92	1.010	1.105	1.195	1.285	1.380	1.470	1.560	1.655	1.745	1.840	1.930	2.020	2.115	2.205	2.300	2.390
0,70	86	945	1.030	1.120	1.200	1.290	1.375	1.460	1.545	1.630	1.720	1.805	1.890	1.975	2.060	2.150	2.235
0,75	80	880	960	1.040	1.120	1.200	1.280	1.360	1.440	1.520	1.600	1.680	1.760	1.840	1.920	2.000	2.080
0,80	75			975	1.050	1.125	1.200	1.275	1.350	1.425	1.500	1.575	1.650	1.725	1.800	1.875	1.950

Eficiencia del trabajo
Tiempo de trabajo por hora

60 min./hora

55

50

45

40

-

Factor de eficiencia

100 %

91 %

83 %

75 %

69 %

-

Factor de carga

Tamaño del cucharón × 1,00

0,95

0,90

0,85

0,80

0,75

RETROEXCAVADORAS

Ahora analizaremos la forma de obtener el rendimiento de retroexcavadoras.

Como ya se explicó anteriormente el rendimiento estará dado por la expresión:

$$\text{Rendimiento horario} = \frac{m^3}{\text{ciclo}} \times \frac{\text{ciclo}}{\text{hora}}$$

Para conocer el volumen que se moverá en cada ciclo es necesario saber la capacidad del cucharón y multiplicarla por el factor de llenado que como se dijo depende en gran medida del material a manejar. (Tabla b)

Por otro lado los ciclos que el equipo puede trabajar en una hora depende del tiempo de un ciclo y de la eficiencia, es decir de los minutos realmente trabajados en una hora.

Se puede obtener el tiempo del ciclo por observación directa en campo o se puede obtener viendo el siguiente [video](#). Sin que se olvide tomar en cuenta las condiciones de ángulo de giro, profundidad de excavación, tipo de material, zona de descarga, etc. apreciadas en el video en relación con las condiciones que se prevén para la obra que se esté analizando y no olvidar el factor de eficiencia.



Otra forma para la obtención del tiempo de ciclo, es con el apoyo de la información que los fabricantes proporcionan, por ejemplo en la tabla d se observan diferentes condiciones de trabajo desde las más convenientes hasta las que más dificultan y retrasan la labor, si ubicamos, dentro de esta tabla, las condiciones que prevalecerán en la obra, es decir de la A a la E estaremos en condición de entrar a la tabla e encontrando el tiempo del ciclo en minutos o segundos de acuerdo con el modelo de retroexcavadora.

Con estos datos se estará en condición de calcular el rendimiento.

Adicionalmente otra forma de encontrar el rendimiento con ayuda de tablas

TABLAS PARA CALCULAR TIEMPOS DE CICLO

El ciclo de excavación de la excavadora consta de cuatro partes:

1. Carga del cucharón
2. Giro con carga
3. Descarga del cucharón
4. Giro sin carga

El tiempo total del ciclo de la excavadora depende del tamaño de la máquina (las máquinas pequeñas tienen ciclos más rápidos que las máquinas grandes) y de las condiciones de obra. A medida que se endurece el suelo y se dificulta su excavación, se tarda más en llenar el cucharón. A medida que la zanja se hace más profunda y la pila del material que se saca crece, el cucharón tiene que viajar más lejos y la superestructura tiene que hacer mayores giros con cada ciclo de trabajo.

La ubicación de la pila del material y del camión afectan también el ciclo de trabajo. Si el camión se estaciona en el área inmediata de excavación contiguo a la pila del material, son posibles ciclos de 10 a 17 segundos. El extremo opuesto sería con el camión o la pila de material por encima del nivel de la excavadora, a 180° del punto de excavación.

En construcción de drenajes municipales, puede no ser posible que el operador trabaje a plena velocidad por que tiene que excavar alrededor de cables eléctricos y tuberías de servicio público, cargar el cucharón en una zanja con protección, o tener cuidado con personal trabajando en el área.

Las tablas para calcular el tiempo de ciclo muestran los tiempo totales de los ciclos que se pueden esperar en condiciones de trabajo desde excelentes hasta rigurosas. Muchos factores afectan la rapidez con que puede trabajarla excavadora. Las tablas definen la variedad de tiempos de ciclos que se experimentan frecuentemente con cierta máquina y proporcionan una guía en la decisión de qué trabajo es "fácil" y cuál es el "difícil". De esta manera, se evalúan primero las condiciones de la obra y se usa después la tabla para estimar el tiempo de ciclo.

Un método práctico para mejorar aún más la Tabla para calcular el tiempo de ciclo es observar las excavadoras cuando trabajan en el campo y tratar de correlacionar los ciclos a las condiciones de la obra, a la habilidad del operador, etc.

En la siguiente tabla se indican los tiempos típicos de ciclo.

*Sin obstáculos en la ruta de circulación

*Condiciones de trabajo más que favorables

*Un operador con habilidad promedio

*Ángulo de giro de 60° a 90°

Estos ciclos se reducen al mejorar las condiciones del trabajo o la habilidad del operador y aumentan si las condiciones se tornan desfavorables.

Rapidez
máxima

Rapidez
máxima
práctica

Zona
típica

Lento



CLAVE

- A — Excelente
- B — Muy buena
- C — Buena
- D — Mala
- E — Pésima

TIEMPO DE CICLO VS. LAS CONDICIONES DE LA OBRA

Fácil de excavar (tierra suelta, arena, limpieza de zanjas, etc). Excava a una profundidad menor de 40% de la capacidad máxima de la máquina. El ángulo de giro es menor de 30°. Descarga en la pila o en el camión en el área de excavación. No hay obstáculos. Operador con buena habilidad

No tan fácil de excavar (tierra compactada, arcilla seca y dura, tierra con menos de 25% de roca). Excava a una profundidad de hasta 50% de la capacidad máxima de la máquina. El ángulo de giro es de hasta 60°. Pila de descarga grande. Pocos obstáculos.

Excavación entre mediana y difícil (suelo duro compactado hasta con 50% de roca). Excava a una profundidad de hasta 70% de la capacidad máxima de la máquina. El ángulo de giro es de hasta 90°. Los camiones de acarreo se cargan cerca de la excavadora.

Difícil de excavar (roca de voladura o suelo duro con hasta el 75% de roca). Excava a una profundidad de hasta 90% de la capacidad máxima de la máquina. El ángulo de giro es de hasta 120°. Zanjas reforzadas. Área de descarga pequeña. Hay que trabajar con cuidado por el personal en la zanja que tiende tubos.

La excavación más difícil (arenisca, piedra caliza, caliche, pizarra bituminosa, suelo congelado). Excava a una profundidad de más del 90% de su capacidad máxima. El ángulo de giro es mayor de 120°. Carga de cucharón en alcantarillas. Descarga en área pequeña y alejada de la máquina lo que requiere el alcance máximo de ésta. Hay gente y obstáculos en el área de trabajo.

EJEMPLO PARA CÁLCULO DE RENDIMIENTO DE RETROEXCAVADORA

Obtener el rendimiento de una retroexcavadora 320D, capacidad colmada de cucharón 1.5m^3 , material arcilla fácil de excavar, ángulo de giro máximo 60° , Profundidad de corte hasta el 50% de su alcance, descarga a camión, operador promedio, factor de eficiencia 0.75.

De acuerdo con la [tabla d](#) y las condiciones planteadas se puede establecer que el trabajo se desarrollará en muy buenas condiciones zona B (clave B), por lo que entrando a la [tabla e](#) se puede considerar, para el equipo 320D, un tiempo de ciclo de 15 segundos (0.25 minutos).

Los ciclos por hora serán:

$$\frac{(60 \frac{\text{min}}{\text{hr}} * 0.75)}{0.25 \text{ min}} = 180 \frac{\text{ciclos}}{\text{hr}}$$

*Cantidad de materia = capacidad del cucharón * factor de llenado*

$$\text{Cantidad de materia} = 1.5 \text{ m}^3 * 1.1 = 1.65 \text{ m}^3$$

$$\text{Rendimiento} = 1.65 \frac{\text{m}^3}{\text{ciclo}} * 180 \frac{\text{ciclos}}{\text{hr}} = 297 \frac{\text{m}^3}{\text{hr}}$$

Adicionalmente, otra forma de encontrar el rendimiento es con la ayuda de la tabla f que se presenta a continuación. Entrando, en las columnas, con la capacidad útil del cucharón y el tiempo del ciclo en los renglones, obtenemos un rendimiento de 360 que debe ser afectado por el factor de eficiencia, para este caso consideramos el del ejemplo previo, es decir 0.75 por lo que el rendimiento final será de:

$$\text{Rendimiento} = 360 \frac{m^3}{hr} * 0.75 = 270 \frac{m^3}{hr}$$

Metros cúbicos por hora de 60 minutos*

TIEMPOS DE CICLO CALCULADOS		CARGA ÚTIL CALCULADA DEL CUCHARÓN** – METROS/YARDAS CÚBICOS SUELTOS																		TIEMPOS DE CICLO CALCULADOS			
Tiempo de ciclo		0,2	0,3	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	2,9	3,1	3,3	3,5	4,0	Ciclos por min.	Ciclos por hora	
Segundos	Min.																						
10,0	0,17																					6,0	360
11,0	0,18																					5,5	330
12,0	0,20	60	90	150	210	270																5,0	300
13,3	0,22	54	81	135	189	243	297	351	405	459	513	567	621	675	729	783	837	891	945	1.080	4,5	270	
15,0	0,25	48	72	120	168	216	264	312	360	408	456	504	552	600	648	696	744	792	840	960	4,0	240	
17,1	0,29	42	63	105	147	189	231	273	315	357	399	441	483	525	567	609	651	693	735	840	3,5	210	
20,0	0,33	36	54	90	126	162	198	234	270	306	342	378	414	450	486	522	558	544	630	720	3,0	180	
24,0	0,40	30	45	75	105	135	165	195	225	255	285	315	345	375	405	435	465	495	525	600	2,5	150	
30,0	0,50	24	36	60	84	108	132	156	180	204	228	252	276	300	324	348	372	396	420	480	2,0	120	
35,0	0,58	20	31	51	71	92	112	133	153	173	194	214	235	255	275	296	316	337	357	408	1,7	102	
40,0	0,67					81	99	177	135	153	171	189	207	225	243	261	279	297	315	360	1,5	90	
45,0	0,75									133	148	164	179	195	211	226	242	257	273	312	1,3	78	
50,0	0,83																				1,2	72	

Estimador de Eficiencia en la Obra

Tiempo de trab./h	Eficiencia
60 Min	100 %
55	91 %
50	83 %
45	75 %
40	67 %

*Producción real/hora = (producción por hora de 60 min) × (Factor de efíc. en la obra)
 **Carga útil estimada del cucharón = (Cantidad de material en el cucharón)
 = (Capacidad colmada del cucharón) × (Factor de llenado del cucharón)

Los números sobre fondo blanco indican producción media.

EJEMPLO PARA CÁLCULO DE RENDIMIENTO DE PALA HIDRÁULICA

Se tiene una pala hidráulica con un cucharón de capacidad de 3.8 m^3 . El material que se extraerá, será roca mal fragmentada por voladura, como se muestra en la figura. Profundidad promedio de excavación 0.85 m . La pala hidráulica tiene una profundidad máxima de excavación de 2.5 m . El acarreo del material está ubicado de manera que el ángulo de giro sea de 60° .

¿Cuál es el rendimiento de la pala hidráulica, si se sabe que el tiempo ideal de un ciclo es de 21 segundos?



¿Cuál es el rendimiento de la pala hidráulica, si se sabe que el tiempo ideal de un ciclo es de 21 segundos?

El tiempo se calcula de la tabla posterior, donde se hace un promedio de tiempos y el resultado es 20.5, por lo cual se consideran 21 segundos

CÁLCULO DEL RENDIMIENTO DE LA PALA HIDRÁULICA

Existen cuatro pasos para calcular el rendimiento por ciclo de una pala hidráulica, los cuales son:

1. Carga del cucharón
2. Giro con carga
3. Descarga
4. Giro de regreso

La pala hidráulica no se desplaza durante el ciclo de excavación y carga. Se desplaza limitadamente para moverse a lo largo o frente a la excavación, dependiendo del avance de la misma. En promedio es necesario mover la pala hidráulica después de 20 cargas del cucharón. Este movimiento tarda aproximadamente 36 segundos.

El tiempo de ciclo por cada uno de los cuatro pasos bajo condiciones medias, con el cucharón de 2.3 m³ a 3.8 m³, es:

1. Carga del cucharón	7-9 seg
2. Giro con carga	4-6 seg
3. Descarga	2-4 seg
4. Giro de regreso	4-5 seg

Para el factor de llenado del cucharón tomaremos en cuenta la siguiente tabla, al ser roca mal fragmentada por voladura tenemos el factor que va de 85% a 100% y utilizaremos 85%.

FACTORES DE LLENADO PARA PALA HIDRÁULICA	
Material	Factor de llenado* (%)
Arcilla	100-110
Mezcla de fragmentos de roca y material suelto	105-115
Roca mal fragmentada por voladura	85-100
Roca bien fragmentada por voladura	100-110
Roca sedimentaria; Arenisca	85-100
*Porcentaje de la capacidad colmada del cucharón	

Si se indica que el tiempo por ciclo es de 21 segundos y que la profundidad promedio de excavación es 0.85 m.

La profundidad óptima para la máquina y el material es:

$$0.50 \times 2.5 \text{ m (profundidad máxima)} = 1.25 \text{ m}$$

$$\% \text{ de profundidad máximo} = \frac{0.85 \text{ m}}{1.25 \text{ m}}$$

$$\% \text{ de profundidad máximo} = 0.68 = 68\%$$

FACTORES DE PROFUNDIDAD Y ÁNGULO DE GIRO PARA EL CÁLCULO DEL RENDIMIENTO DE UNA PALA HIDRÁULICA

% de profundidad óptima	Ángulo de giro en grados						
	45	60	75	90	120	150	180
40	0.93	0.89	0.85	0.80	0.72	0.65	0.59
60	1.10	1.03	0.96	0.91	0.82	0.73	0.66
80	1.22	1.12	1.04	0.98	0.86	0.77	0.69
100	1.26	1.16	1.07	1.00	0.88	0.79	0.71
120	1.20	1.11	1.03	0.97	0.86	0.77	0.70
140	1.12	1.04	0.97	0.91	0.81	0.73	0.66
160	1.03	0.96	0.90	0.85	0.75	0.67	0.62

El factor de eficiencia que consideraremos será del 80%

$$\text{Minutos trabajados por hora} = 60 \frac{\text{min}}{\text{hora}} \times 0.80 = 48 \frac{\text{min}}{\text{hora}}$$

$$\text{Segundos trabajados por hora} = 2,880$$

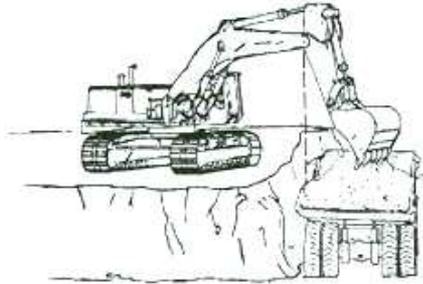
El rendimiento será igual a:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Segundos por hr} \times \text{cap. cucharón} \times f. \text{llenado} \times f. \text{giro/profundidad}}{\text{tiempo de ciclo}}$$

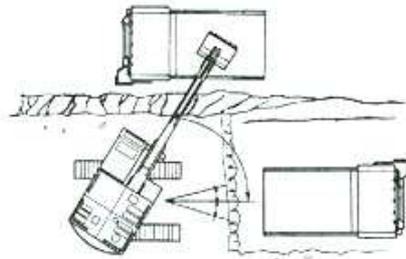
$$\text{Rendimiento} = \frac{2,880 \frac{\text{segundos}}{\text{hora}} \times 3.8 \frac{\text{m}^3}{\text{ciclo}} \times 0.85 \times 1.08}{21 \frac{\text{segundos}}{\text{ciclo}}} = 478 \frac{\text{m}^3}{\text{hora}}$$

COMO AUMENTAR AL MÁXIMO LA PRODUCCIÓN CON UNA EXCAVADORA DE GRAN VOLUMEN

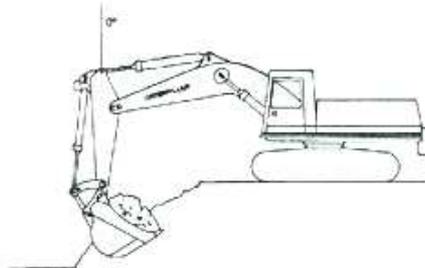
Cuando las plumas y cucharones se usan junto con un brazo adecuado, facilitan un movimiento más rápido y más eficaz de material en aplicaciones de excavación y carga. Con un cucharón más grande, un brazo más corto y un tren de rodaje largo, la excavadora podrá frecuentemente hacer el trabajo de una máquina mas grande. Con un brazo más largo y un tren de rodaje estándar, se convierte en una máquina ideal para cargar camiones que circulan por carretera y para trabajos generales de construcción.



Altura del banco y distancia al camión ideales -- Cuando el material es estable, la altura del banco debe ser aproximadamente igual a la longitud del brazo. Si el material es inestable, la altura del banco debe ser menor. La posición ideal del camión es con la pared cercana de la caja del camión situada debajo del pasador de articulación de la pluma con el brazo.



Zona de trabajo y ángulo de giro óptimo -- Para obtener la máxima producción, la zona de trabajo debe estar limitada a 15° a cada lado del centro de la máquina o aproximadamente igual al ancho del tren de rodaje. Los camiones deben colocarse tan cerca como sea posible de la línea central de la máquina. La ilustración muestra dos alternativas posibles.



Distancia ideal del borde -- La máquina debe colocarse de forma que el brazo esté verticalmente cuando el cucharón alcanza su carga máxima. Si la máquina se encuentra a una distancia mayor, se reduce la fuerza de desprendimiento. Si se encuentra más cerca del borde, se perderá tiempo al sacar el brazo. El operador debe comenzar a levantar la pluma cuando el cucharón haya recorrido el 75% de su arco plegado. En ese momento el brazo estará muy cerca de la vertical.

Este ejemplo representa una situación ideal. En una obra determinada no es posible seguir todos los puntos considerados, pero si se siguen estos conceptos el efecto sobre la producción será muy positivo.

Producción Horaria Aproximada de Retroexcavadoras

Capacidad del cucharón m ³	0.76	1	1.4	1.9	2.3	2.65	3
Marga húmeda o arcilla arenosa	76	100	145	195	245	295	340
Arena y grava	72	90	138	180	230	280	325
Tierra común	65	82	125	170	210	250	295
Arcilla dura, densa	57	76	110	150	188	225	265
Roca de voladura bien fragmentada	53	68	105	140	180	215	245
Excavación común con roca	50	65	100	130	168	200	230
Arcilla mojada pegajosa	45	60	95	125	160	195	220
Roca de voladura mal fragmentada			80	105	138	165	185

Volumen medido en banco, horas de 50 minutos, profundidad de corte 4.5m y ángulo de giro 60°

Producción horaria ajustada = Producción horaria aproximada x I x II x III x IV

Factor por eficiencia de trabajo I			
Eficiencia	Minutos trabajaos por hora	Eficiencia % de 60 Minutos	Factor
Excelente	55	92	1.1
Promedio	50	83	1
Abajo del promedio	45	75	0.9
Desfavorable	40	67	0.807

Factor por profundidad de corte II		
Profundidad máxima (m)	Profundidad promedio (m)	Factor
1.5	0.75	0.97
3	1.5	1.15
4.5	2.2	1
6	3	0.95
7.6	3.8	0.85
9.1	4.5	0.75

Factor por ángulo de giro III	
Giro en grados	Factor
45	1.05
60	1
75	0.93
90	0.86
120	0.76
180	0.61

Factor cargabilidad del material IV	
Carga del cucharón	Factor
Fácil	0.90 - 1.00
Media	0.80 - 0.90
Difícil	0.65 - 0.80
Muy difícil	0.40 - 0.65