

# MATERIALI



La tecnica dei movimenti terra si propone di modificare la morfologia del terreno.

La terra offre una certa resistenza ad essere rimossa ed i materiali che la compongono subiscono, nel processo, dei mutamenti.

Questi mutamenti avvengono in funzione delle caratteristiche dei materiali.

Il primo problema che il tecnico si pone non è dovuto alla natura del materiale, bensì alle sue caratteristiche fisiche.

La prima domanda che ci si rivolge è se un materiale può essere facilmente scavato e caricato.

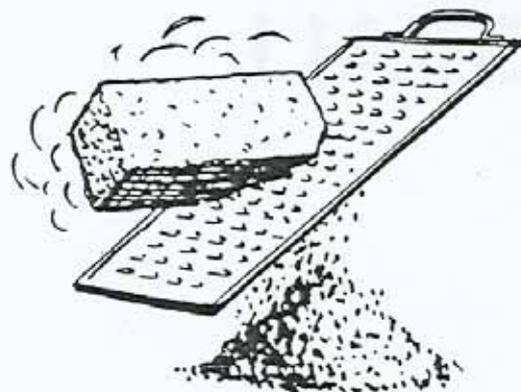
Si devono esaminare per prima cosa le CARATTERISTICHE DI CARICABILITÀ.

Il termine « CARATTERISTICHE DI CARICABILITÀ » va inteso solamente come una proprietà generale. Se un materiale può essere facilmente scavato e caricato, esso ha delle buone caratteristiche di caricabilità. Al contrario, se per un materiale si incontrano difficoltà nello scavo e nel carico, si dice che esso ha scarse caratteristiche di caricabilità.

Alcuni tipi di argilla e di limo presentano buone caratteristiche di caricabilità: esse possono quindi essere rimosse da bulldozers o caricate direttamente da motorscrapers senza dovere ricorrere a particolari operazioni. Altri materiali, come le rocce o crostoni compatti, devono essere rimossi con rippers o con l'impiego di esplosivi prima di poter essere caricate.

La scelta del tipo di equipaggiamento da usare per un determinato lavoro dipende fondamentalmente dalle caratteristiche di caricabilità del materiale.

# Rigonfiamento e Fattore di carico



Si definisce RIGONFIAMENTO l'aumento di volume, in percentuale, di un determinato materiale, quando questo venga rimosso dal suo stato naturale.

Ad esempio il rigonfiamento di una argilla asciutta è del 40 %, il che vuol dire che 1 m<sup>3</sup> di argilla in banco diventerà 1,40 m<sup>3</sup> di materiale sciolto.

Si definisce FATTORE DI CARICO il valore della densità di un materiale sciolto espressa come percentuale rispetto alla densità che aveva allo stato in banco. Si può anche definire il Fattore di Carico come la percentuale del m<sup>3</sup> banco contenuta nel m<sup>3</sup> sciolto.

$$\text{Fattore di carico} = \frac{\text{kg/m}^3 \text{ (materiale sciolto)}}{\text{kg/m}^3 \text{ (materiale in banco)}}$$

Il fattore di carico serve per convertire i m<sup>3</sup> sciolti in m<sup>3</sup> in banco (m<sup>3</sup> banco = m<sup>3</sup> sciolti x fattore di carico).

La relazione esistente fra fattore di carico e rigonfiamento è la seguente:

$$\text{Rigonfiamento in \%} = \left( \frac{1}{\text{fattore di carico}} - 1 \right) \times 100.$$

La tabella nella pagina seguente riporta i pesi specifici approssimati in kg/m<sup>3</sup> banco, il rigonfiamento ed il fattore di carico per i materiali più comuni.

Per meglio illustrare il rigonfiamento ed il fattore di carico, consideriamo il caso di un imprenditore che debba usare uno scraper con capacità di 14 m<sup>3</sup> a colmo per caricare e trasportare dell'argilla asciutta.

Secondo la tabella della pagina seguente, le caratteristiche dell'argilla asciutta sono le seguenti:

Peso specifico	1.779 kg/m <sup>3</sup> banco
Rigonfiamento	40 %
Fattore di carico	0,72

Pertanto i 14 m<sup>3</sup> di argilla sciolta corrisponderanno a (14 x 0,72) = 10,08 m<sup>3</sup> banco. D'altra parte se il quantitativo di argilla asciutta in banco fosse di 10 m<sup>3</sup>, conoscendo il rigonfiamento (40 %) si potrà determinare la quantità di argilla sciolta che sarà pari a (10 ÷ 0,72) = 14 m<sup>3</sup>.

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI (\*)

MATERIALE	kg/m <sup>3</sup> banco	% di rigon- fiamento	Fattore di carico	kg/m <sup>3</sup> sciolto
Argilla . . . . .	1.719	40	0,72	1.245
Argilla e ghiaia asciutta . . . . .	1.779	40	0,72	1.304
» » bagnata . . . . .	2.194	40	0,72	1.601
Carbone antracitico . . . . .	1.446	35	0,74	1.067
» bituminoso (Torba) . . . . .	1.280	35	0,74	948
Terra, Limo, asciutti . . . . .	1.541	25	0,80	1.245
» » bagnati . . . . .	2.016	25	0,80	1.601
Ghiaia asciutta . . . . .	1.838	12	0,89	1.660
» bagnata . . . . .	2.016	12	0,89	1.779
Gesso . . . . .	3.024	74	0,57	1.719
Minerali di ferro: 60% ferro . . . . .	3.474	33	0,75	2.609
» » » 50% » . . . . .	3.166	33	0,75	2.372
» » » 40% » . . . . .	2.846	33	0,75	2.134
Calcare . . . . .	2.668	67	0,60	1.601
Sabbia asciutta . . . . .	1.779	12	0,89	1.601
» bagnata . . . . .	2.134	12	0,89	1.897
Arenaria . . . . .	2.431	54	0,65	1.601
Scorie di forno . . . . .	1.601	23	0,81	1.304
Roccia eruttiva . . . . .	3.083	65	0,61	1.897

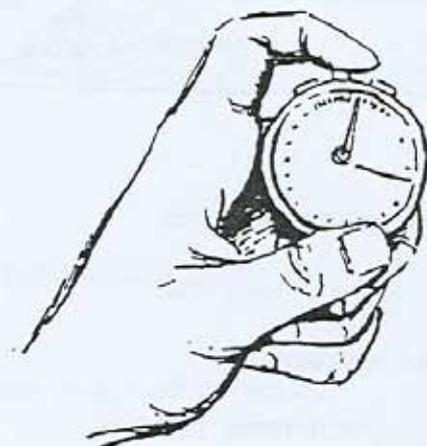
(\*) Il peso ed il fattore di carico variano al variare delle dimensioni dei granuli, del contenuto di umidità, del grado di compattazione, ecc. Sarà necessaria una provà per determinare con esattezza le caratteristiche di un certo materiale.

# TEMPO DI CICLO

QUANTO TEMPO occorre per terminare un lavoro?

QUANTI MINUTI occorrono perché una macchina termini un PERCORSO COMPLETO?

IL TEMPO richiesto per un percorso completo si chiama TEMPO DI CICLO.



In ogni lavoro di movimento terra la macchina svolge un ciclo caratteristico: carico, trasporto, scarico e ritorno, con possibili variazioni. Il tempo di ciclo è la somma dei tempi richiesti da una macchina per eseguire la sequenza completa di queste operazioni.

Il carico, il trasporto, lo scarico ed il ritorno compongono il ciclo di un motorscraper o di uno scraper trainato. Nel caso di un bulldozer sarà: spinta, arresto, retromarcia e di nuovo arresto.

Quando un lavoro di movimento terra è disposto in maniera organica ed operativa, è abbastanza semplice stimare il tempo del ciclo per ogni particolare macchina sul lavoro, misurando i tempi di un certo numero di cicli completi e facendone la media. Ma come si può fare se il lavoro non è ancora iniziato?

Questa è una domanda usualmente posta dagli imprenditori quando preparano l'offerta dei prezzi per un particolare lavoro o più tardi quando affrontano il problema della migliore disposizione ed organizzazione del cantiere per il massimo sfruttamento possibile delle loro macchine. Le previsioni possono arrivare a suggerire la necessità d'aumentare il numero delle macchine necessarie per l'esecuzione dei lavori. Conoscendo le possibilità di una macchina, la potenza richiesta ed i limiti di un dato progetto, il tecnico può accuratamente determinare il tempo di ciclo delle macchine, quindi ottenere un'indicazione della produzione possibile. La ragione più importante per cui si calcola il tempo di ciclo è di controllare se esso è il più breve possibile o se esiste la possibilità di ridurlo con una migliore disposizione delle sequenze operative o, eventualmente, con una diversa organizzazione del cantiere. Il tempo è denaro per tutti ed il tempo risparmiato sul lavoro di movimenti terra è denaro in banca per l'imprenditore.





IL TEMPO DI CICLO consiste di due parti dette l'una TEMPO FISSO e l'altra TEMPO VARIABILE.

*Il tempo fisso* è il tempo impiegato dalla macchina durante un ciclo in tutte le operazioni che non siano trasporto o ritorno. Comprende il tempo di carico, scarico, sterzata, accelerazione e decelerazione; resta abbastanza costante indipendentemente dalla distanza di trasporto.

*Il tempo variabile* è il tempo di trasporto o più precisamente il tempo impiegato per il trasporto del materiale ed il ritorno a vuoto sulla pista predisposta. Il tempo varia con la lunghezza della pista e con la velocità di trasporto della macchina.

Si fraziona il tempo di ciclo nelle due parti chiamate tempo fisso e tempo variabile per semplificare le previsioni. Per esempio, nei lavori di motorscraper o di scraper, il tempo di carico, scarico, sterzata, spostamento, frenata, ecc. è quasi sempre costante per cui non c'è ragione di calcolare il tempo singolo di ognuna di queste operazioni se non vi sono condizioni anomale. Le costanti sono state determinate su cantieri reali e disponiamo dei tempi fissi totali per i vari movimenti sopra descritti. Nella pagina seguente sono riportati in forma abbreviata i tempi fissi.

I tempi fissi per altri tipi di macchine, non riportati nella pagina seguente, si possono trovare nel Performance Handbook (Manuale delle Prestazioni). È da tener naturalmente presente il valore indicativo delle costanti riportate. In certe condizioni di lavoro, può risultare opportuno determinare i tempi di singole fasi del lavoro come, ad esempio, il tempo d'attesa. Traffico congestionato, successione di operazioni non organizzate, potrebbero portare ad errori considerevoli nelle valutazioni dei tempi costanti effettivi rispetto a quelli dati nel Performance Handbook.



Se avete dubbi per quel che riguarda il tempo fisso e potete effettuare controlli sul posto, non esitate a misurare direttamente i vari elementi che contribuiscono alla formazione dei tempi costanti.

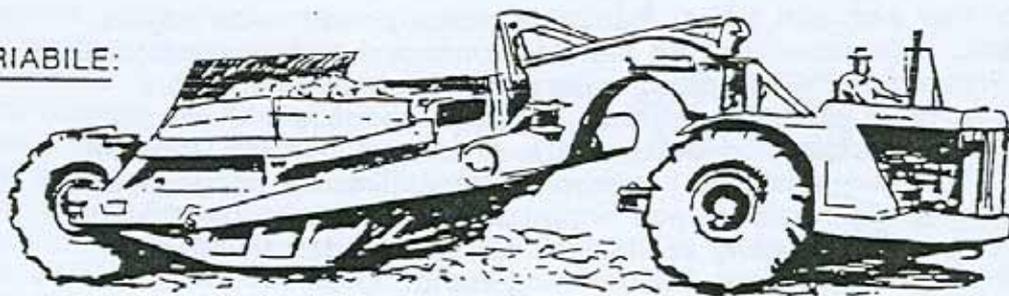
Il tempo di ciclo determina il numero di cicli compiuti in un'ora ed è ovvio che un imprenditore vorrebbe ottenere un numero di cicli più alto possibile. Per far ciò, il tempo di ciclo deve essere tenuto al minimo. Ci sono poche regole che permettono all'imprenditore di ridurre al minimo il tempo di ciclo. Sono tutte regole basate sul buon senso e sulla necessità per l'imprenditore di fronteggiare la concorrenza. Gli imprenditori che muovono terra con tempi di ciclo eccessivamente alti, muovono terra a costi molto alti.



#### PER RIDURRE IL TEMPO FISSO:

1. Se possibile, le cave di prestito dovrebbero essere ubicate in modo che possano essere fatti dei carichi in discesa. Eliminare il tempo d'attesa nella zona di carico accoppiando gli scraper con i mezzi di spinta in proporzione corretta.
2. I trattori di spinta possono essere attrezzati con rippers. In certi casi, rippare il suolo o la roccia prima di effettuare il carico, è essenziale.
3. L'equipaggiamento per il carico a spinta, se propriamente dimensionato in rapporto al tipo di lavoro, si paga da solo. A questo proposito i casi citati nell'articolo «Economia del D9» sono veramente molto indicativi.

#### PER RIDURRE IL TEMPO VARIABILE:



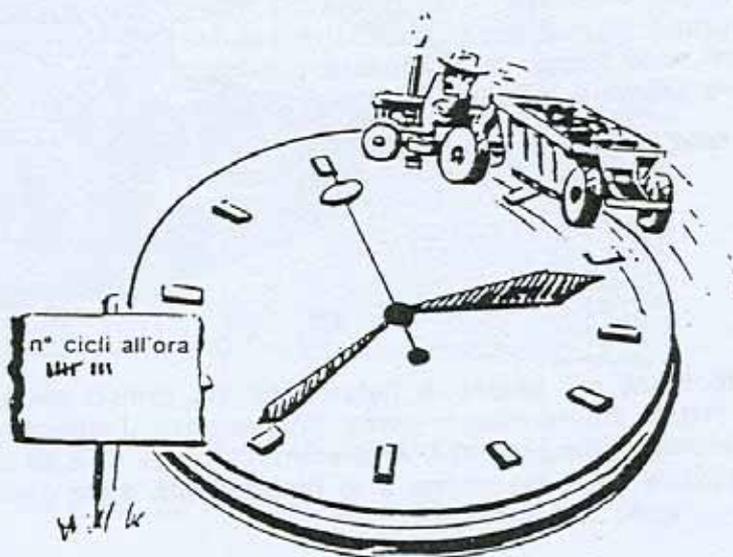
1. Tracciare avvedutamente le piste. L'organizzazione e disposizione del lavoro è uno degli aspetti più importanti dei movimenti terra. Sebbene la distanza più corta fra due punti sia indiscutibilmente misurata da una linea retta, a volte è consigliabile evitare dislivelli e terreni accidentati.
2. Mantenere continuamente in perfetta efficienza le piste. Il mantenimento delle piste è di solito un lavoro che impegna completamente un motorgrader. Una strada migliore ripaga abbondantemente le spese sostenute riducendo i tempi per le macchine adibite al trasporto.

# PRODUZIONE

IL NUMERO DI CICLI ORARI ed IL CARICO TRASPORTATO PER CICLO, determinano la produzione delle macchine per movimento terra.

PRODUZIONE REDDITIZIA significa muovere grandi quantità di materiale AL PIÙ BASSO COSTO POSSIBILE.

Poiché OPERATORE E MACCHINA non lavorano 60 minuti l'ora, dovrà essere applicato un FATTORE DI EFFICIENZA per ottenere valori reali di produzione.



Una volta che il tempo di ciclo è stimato calcolando il tempo fisso e quello variabile, diventa semplice determinare il numero dei viaggi per ora:

$$\text{Viaggi/ora} = \frac{60 \text{ min}}{\text{Tempo di ciclo (min)}}$$

Esempio: Per un dumper 769, date certe condizioni di lavoro, il tempo di ciclo totale è di 4,5 min. Quanti viaggi l'ora riesce a fare?

$$\text{Viaggi/ora} = \frac{60 \text{ min}}{4,5} = 13,3$$

Una volta conosciuti i viaggi per ora, può esser calcolata la produzione oraria.

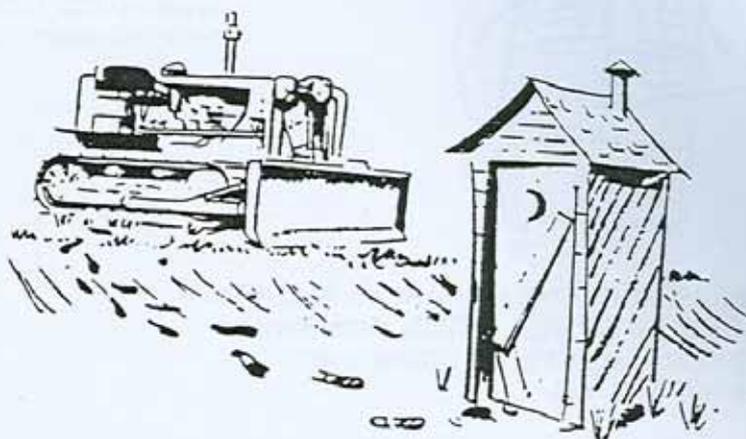
$$\text{Produzione (m}^3 \text{ banco/ora)} = \text{m}^3 \text{ banco/viaggio} \times \text{viaggi/ora.}$$

Esempio: Se lo stesso 769 di cui sopra, ha trasportato in un viaggio 16 m<sup>3</sup> banco, quale è la produzione oraria?

$$\text{Produzione} = 16 \text{ m}^3 \text{ banco/viaggio} \times 13,3 \text{ viaggi/h} = 213 \text{ m}^3/\text{ora.}$$

Alcune critiche legittime, a questo punto, potrebbero essere: « Gli operatori non lavorano 60 min l'ora! Le vostre valutazioni sono troppo alte! Queste previsioni sono teoriche e non pratiche! »

Queste obiezioni sono ESATTE.



L'efficienza sul lavoro è l'elemento più critico nei calcoli di produzione perché viene influenzato da fattori indeterminati come l'esperienza, l'attitudine e il buon senso di coloro che eseguono il lavoro — sia operatori che amministratori — e da altri fattori come le condizioni meteorologiche, le rotture delle macchine e le disponibilità delle parti di ricambio e del servizio.

Ci sono alcune « Regole Pratiche » per calcolare l'efficienza del lavoro in condizioni definite « medie ». I trattori cingolati lavorano di solito 50 min per ogni ora e le macchine gommate ne lavorano di solito 45.

Lavoro effettivo	Fattore di efficienza
50 min/h	0,83
45 min/h	0,75
40 min/h	0,67

Produzione stimata ( $m^3/h$ ) = Produzione ( $m^3/h$  per 60 min/h)  $\times$  fattore di efficienza

#### LA SCELTA DEI PNEUMATICI È IMPORTANTE!

La capacità produttiva di un mezzo di trasporto gommato è basata soprattutto sulle caratteristiche tecnico-costruttive; ma è molto importante scegliere il pneumatico più appropriato alle condizioni ambientali ed alle caratteristiche della pista per non dover limitare velocità e carico al fine di ottenere una ragionevole durata dei pneumatici.

# PALE GOMMATE



La produzione di una pala gommata è subordinata alla portata, alla capacità della benna, al peso del materiale ed al tempo di ciclo. La portata di una pala è stabilita. I contrappesi possono aumentare la portata, ma a scapito della velocità e delle prestazioni.

La capacità della benna viene determinata in funzione del peso del materiale e delle condizioni di lavoro.

Il tempo di ciclo è funzione della distanza di trasporto, del carico, dello scarico e del tempo di manovra.

$$\text{Produzione} = \text{Capacità benna} \times \text{Cicli/ora}$$

## STIMA DEL TEMPO DI CICLO

Si può, con una buona approssimazione, stabilire che il tempo base di ciclo sia di 0,5 minuti, per una pala con ruote posteriori sterzanti e di 0,4 minuti per una pala articolata.

Questo tempo di ciclo è valido per il carico di materiale con ripresa da cumulo e carico di autocarri o di tramogge poste a breve distanza dal fronte di carico, con piazzale di carico livellato e compatto.

## ELEMENTI VARIABILI

### Materiali:

	<u>Minuti da aggiungere o togliere al tempo base di ciclo:</u>
- misti	+ 0,02
- pezzatura fino a 3,175 mm (1/8")	+ 0,02
- da 3,175 a 19 mm (3/4")	+ 0,02
- da 19 mm a 152 mm (6")	+ 0,00
- oltre 152 mm	+ 0,03 e anche più
- materiale in banco	+ 0,04 e anche più

### Cumuli:

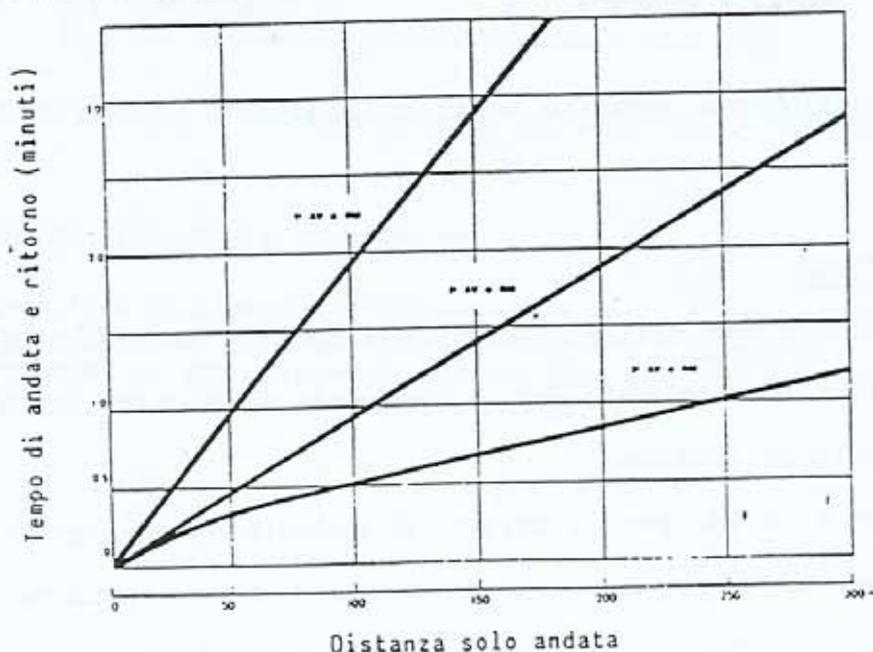
- da nastro o dozer con altezza da 3,048 m (10') o più	+ 0,00
- da nastro o dozer con altezza da 3,048 m o meno	+ 0,01
- scaricato da autocarri	+ 0,02

### Fattori vari:

- unico proprietario delle pale e degli autocarri	fino a - 0,04
- proprietari separati	fino a + 0,04
- condizioni di lavoro favorevoli	fino a - 0,04
- condizioni di lavoro non favorevoli	fino a + 0,04
- zona di scarico con ridotte dimensioni	fino a + 0,04

$$\text{TEMPO DI CICLO} = \text{TEMPO BASE DI CICLO} + \text{O} - \text{ELEMENTI VARIABILI} + \text{TEMPO DI TRASPORTO}$$

GRAFICO TEMPO DI TRASPORTO PER UNA PALA GOMMATA CON BENNA DA 4,60 mc.



N.B. - I TEMPI DI MANOVRA, DI CARICO E DI SCARICO DEVONO ESSERE SOMMATI PER OTTENERE IL TEMPO DI CICLO

## STIMA DEL CARICO DI UNA BENNA

I dati seguenti indicano approssimativamente l'ammontare di materiale espresso in percentuale della capacità nominale della benna che può essere trasportato per ogni ciclo.

<u>Dimensioni materiale sciolto</u>	<u>Fattore di riempimento</u>
Misto	95 - 100%
Pezzatura fino a 3,175 m (1/8")	95 - 100%
Da 3,175 mm a 19 mm (3/4")	85%
Da 19 mm a 152 mm (6")	90 - 95%
Oltre 152 mm	85 - 90%

Esempio: Materiale con pezzatura di 12,7 mm (1/2") e benna da 3 mc.

$0,85 \times 3 \text{ mc.} = 2,65 \text{ mc. trasportati per ciclo}$

## ESEMPIO DELLA SCELTA DI UNA PALA GOMMATA

### Condizioni di lavoro

Applicazione	Carico autocarri
Produzione richiesta	270 t/h
Materiale	ghiaia con pezzatura di 10 mm in cumulo, con altezza di 6 mt.
Peso specifico	1680 Kg/mc.

Gli autocarri hanno una capacità di 6 - 9 mc. e sono proprietà di tre diversi appaltatori. Le condizioni di lavoro sono favorevoli. Il piazzale di carico è compatto e livellato.

## TEMPO DI CICLO

Tempo base di ciclo per macchina articolata	0,4 min
Materiale	- 0,02 min
Proprietari indipendenti	+ 0,04 min
Condizioni favorevoli	- 0,02 min
	<hr/>
Tempo totale di ciclo	0,40 min

$$\text{n° cicli/ora} = \frac{60 \text{ min/ora}}{0,4 \text{ min/ciclo}} = 150 \text{ cicli/ora}$$

## SCELTA DELLA BENNA

Peso specifico 1680 Kg/mc.

$$\text{Produzione richiesta: } \frac{270 \text{ t/h}}{1,68 \text{ t/mc}} = 160 \text{ mc/ora}$$

$$\text{Produzione per ciclo: } \frac{160 \text{ mc/ora}}{150 \text{ cicli/ora}} = 1,06 \text{ mc/ciclo}$$

## FATTORE DI RIEMPIMENTO

Abbiamo ottenuto la produzione richiesta per ciclo. Poiché la benna non trasporta sempre la sua capacità nominale, dobbiamo considerare il fattore di riempimento per materiale con pezzatura di 10 mm che è di 0,85 e dividere la produzione richiesta per ciclo per tale fattore ed ottenere la capacità della benna.

$$\frac{1,06 \text{ mc}}{0,85} = 1,25 \text{ mc.}$$

Sarà quindi necessaria una benna da 1,34 mc.

### SCELTA DELLA MACCHINA

La portata della macchina viene determinata dal volume che deve trasportare per ciclo moltiplicato per il peso specifico del materiale.

Portata richiesta:  $1,06 \text{ mc} \times 1680 \text{ Kg/mc} = 1780 \text{ Kg}$

Le migliori prestazioni si ottengono operando con una pala che abbia un carico statico di ribaltamento uguale o superiore a 2 volte la portata richiesta.

### PRODUZIONI ORARIE ORIENTATIVE - MC. SCIOLTI

(Carico su camion)

CAT	Benca m <sup>3</sup>	100	200	300	400	500	600	700	800	900
910	1,00	80	120							
920	1,34	100	160							
930	1,72	130	210							
950	2,10	160	250							
966C	3,06	240	370							
980C	4,00	310	480							
988B	5,40	420	650							
992C	9,60	750	1150							

## CARICO E TRASPORTO

Un'applicazione che sta guadagnando sempre più interesse è l'impiego di pale gommatae in operazione di carico e trasporto.

Questo sistema, quando vi sono le condizioni adatte, permette di eliminare i costi derivanti dall'impiego del mezzo di trasporto e addirittura di migliorare l'organizzazione del cantiere.



Gli elementi di cui si deve tenere conto per lo studio di un'applicazione di questo tipo, sono i seguenti:

### Distanza di trasporto

- La pala, tenuto conto della distanza, può assicurare completamente la produzione.
- Il costo del materiale spostato risulta inferiore o uguale a quello che si avrebbe se si effettuasse il trasporto con un altro mezzo meccanico di uguale potenza!
- L'utente non ha altre macchine disponibili per il trasporto o anche lo impiego di altre macchine non ridurrebbe sensibilmente il prezzo al mc. maneggiato, cioè l'investimento non sarebbe remunerativo.

### TEMPO DI CICLO

Il tempo di ciclo viene comunemente diviso in:

- a) tempo fisso (carico, scarico e manovra della pala)
- b) tempo variabile (cioè il tempo di trasporto e ritorno in posizione di carico).

$$a + b = \text{Tempo di ciclo totale}$$

### FACILITA' DI SCARICO

L'accesso, più o meno facile, al punto di scarico può tradursi in tempi morti, spesso facilmente aumentabili.

Inoltre le dimensioni del bersaglio (tramoggia, cassone), la visibilità di cui dispone il manovratore della pala, influiscono sul tempo di scarico che viene incluso nei tempi fissi.

Nella pagina seguente riportiamo le curve della produzione oraria possibile delle pale gommate in operazioni di carico e trasporto.

**P A L E G O M M A T E C A T**

Produzione oraria possibile in operazioni di carico e trasporto

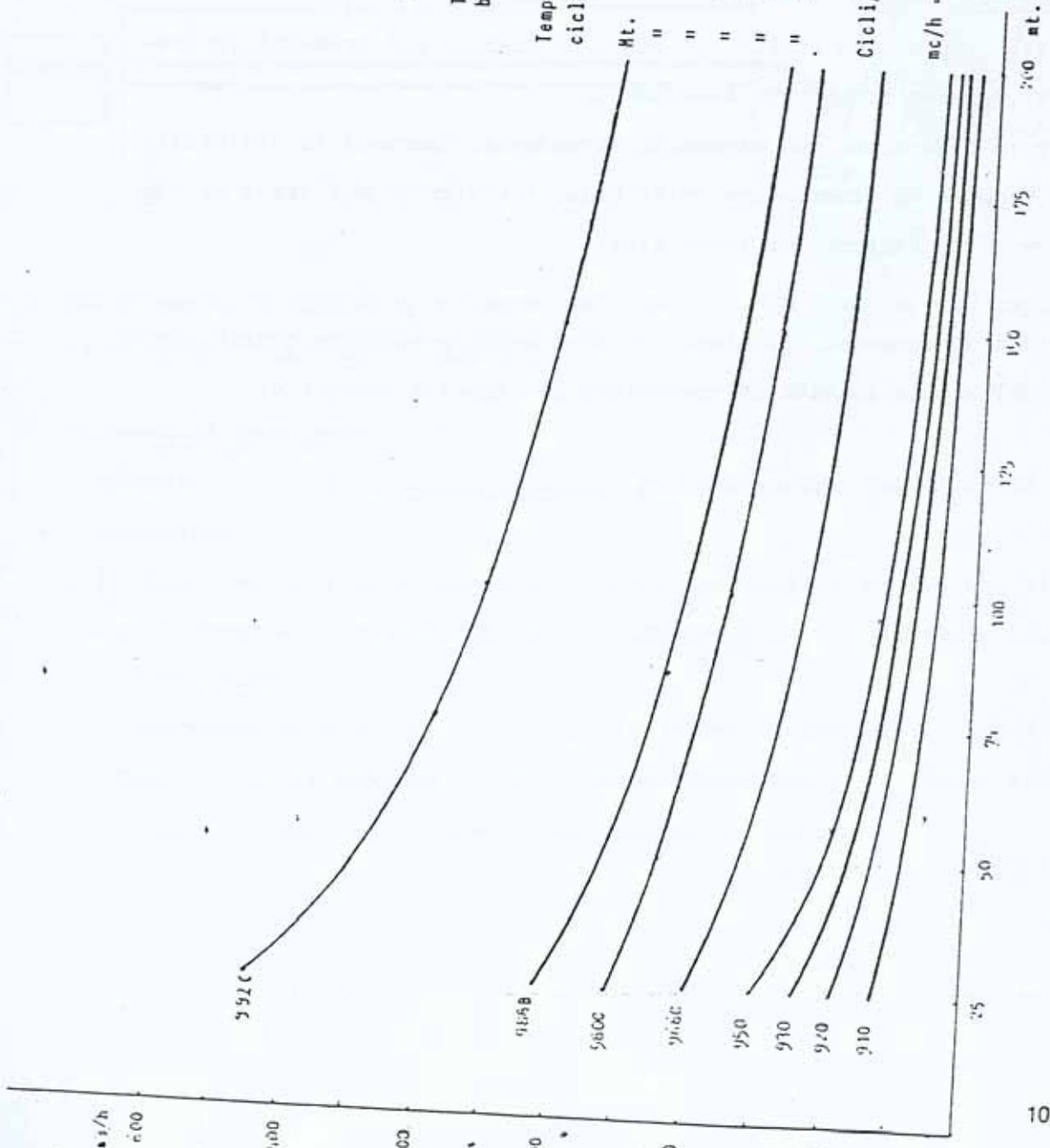
Condizioni: Materiale sciolto, peso specifico 1800 Kg/m<sup>3</sup>  
 Piazzale di lavoro in buone condizioni  
 Efficienza oraria 50 min.  
 Coefficiente di riempimento benna 0,85  
 Marcia di trasporto 2a AV - RM

Modello:	910	920	930	950	966C	980C	988B
Benna std mc.	1,00	1,34	1,71	2,10	3,06	4,00	5,40
Tempo di ciclo base (min.)	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,50
Tempo trasporto + ciclo base (min)							
Mt. 25 min	0,70	0,65	0,60	0,59	0,64	0,64	0,78
" 50 "	0,90	0,85	0,85	0,85	0,80	0,76	0,88
" 75 "	1,20	1,09	1,05	1,07	0,92	0,88	1,00
" 100 "	1,46	1,32	1,30	1,31	1,03	0,97	1,10
" 150 "	1,97	1,75	1,77	1,78	1,21	1,14	1,28
" 200 "	2,55	2,24	2,18	2,27	1,40	1,27	1,44

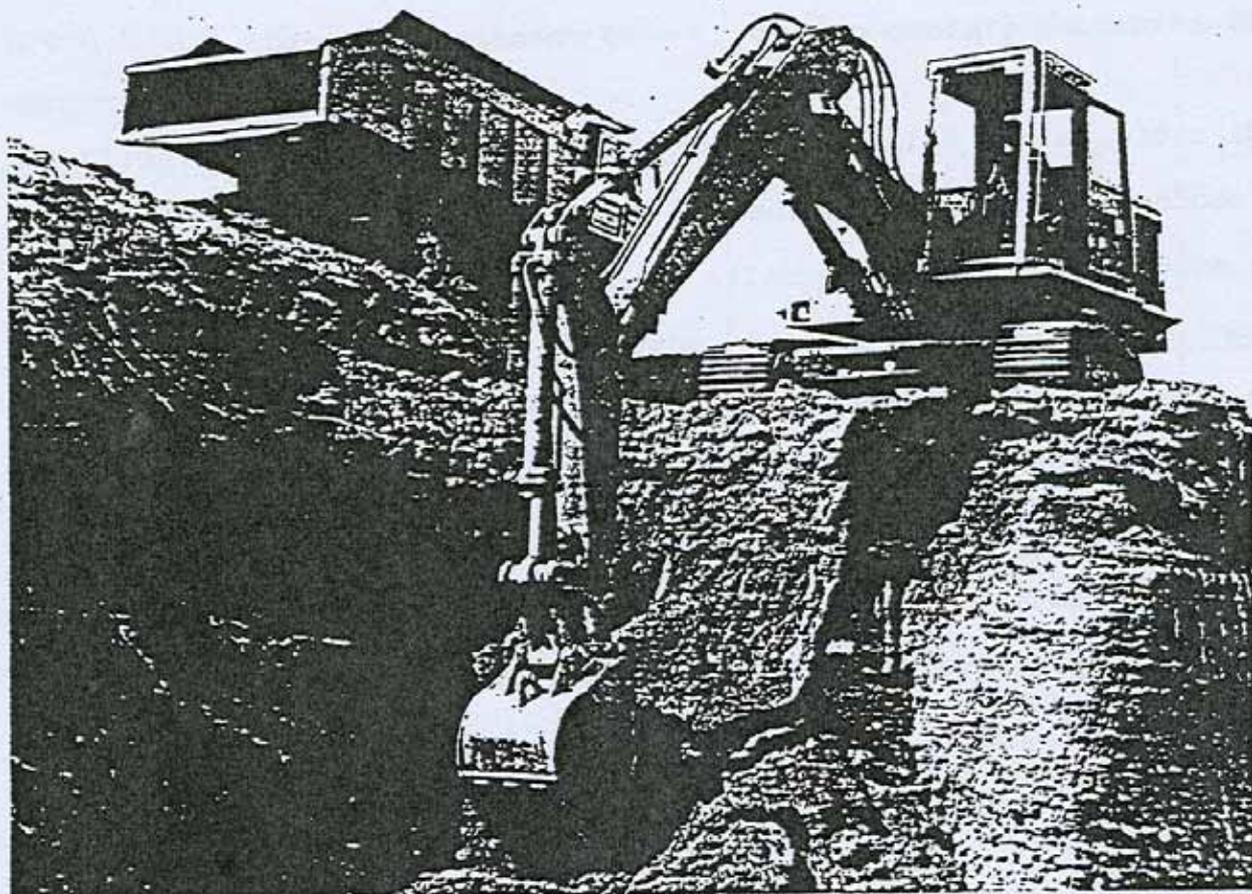
Cicli/ora =  $\frac{50 \text{ min.}}{\text{Tempo ciclo tot.}}$

mc/h = Cicli/ora x Capacità benna x Coeff. riempim. 0,85

ESEMPIO: C A T 9 6 6 C  
 PRODUZIONE MEDIA A 75 METRI =  
 $\frac{50}{0,92} \times 306 \times 0,85 = 140 \text{ mc.}$



# ESCAVATORI IDRAULICI



Come ogni altra macchina per il movimento di terra, la produzione dell'escavatore idraulico dipende dal carico medio della benna, dal tempo di ciclo medio e dall'efficienza sul lavoro.

Definendo esattamente il tempo di ciclo ed il carico della benna di un escavatore idraulico, si potrà ricavare la produzione impiegando la seguente formula:

$$\text{mc/h (60 min)} = \text{cicli/h} \times \text{carico medio benna in mc.}$$

$$\text{mc/h (60 min)} = \frac{60 \text{ min}}{\text{tempo di ciclo - min}} \times (\text{capac. media benna in mc.})$$

\* carico medio benna = (capac. a colmo benna) x (fatt. riempim. benna)  
mc. reali/ora = mc/ora x (fattore di efficienza lavoro).

### CALCOLO TEMPO DI CICLO

Il ciclo di scavo di un escavatore idraulico è composto di 4 segmenti:

- |                             |                      |
|-----------------------------|----------------------|
| 1) carico benna             | 3) scarico benna     |
| 2) rotazione a pieno carico | 4) rotazione a vuoto |

Il tempo di ciclo totale dell'escavatore dipende dalle dimensioni della macchina (macchine di piccole dimensioni hanno tempi di ciclo inferiori rispetto a macchine più grosse) e dalle condizioni di lavoro.

In condizioni di lavoro eccellenti, l'escavatore può avere cicli veloci, mentre non appena queste diventano più pesanti (terreni più coesivi, trincee più profonde, presenza di ostacoli, ecc..) l'escavatore rallenta.

Ad esempio:

Quando lo scavo diventa più profondo ed il cumulo più grande, la benna deve effettuare un percorso maggiore e la torretta superiore ruotare di più per ogni ciclo di scavo.

### TABELLA PER IL CALCOLO DEL TEMPO DI CICLO

Date le molte variabili che influiscono sulla velocità di lavoro dell'escavatore, è difficile determinare a priori in maniera precisa quale sarà il suo tempo di ciclo. La tabella che segue indica la gamma di tempi di ciclo che più frequentemente vengono ottenuti dalle macchine e le condizioni d'impiego.

Un metodo molto pratico per rendere ancora più realistici i dati riportati nella tabella di stima del tempo di ciclo è quello di osservare l'escavatore al lavoro sul campo e di mettere in relazione i tempi di ciclo calcolati a seconda delle condizioni di lavoro, abilità dell'operatore, ecc.

MODELLO ESCAVATORE	15 T.	25 T.	35 T.	56 T.
DIMENSIONI BENNA	0,75 mc.	1,1 mc.	1,6 mc.	2,5 mc.
TIPO DI TERRENO	argilla dura	argilla dura	argilla dura	argilla dura
PROFONDITA' DI SCAVO	2 mt.	3 mt.	4 mt.	5 mt.
ANGOLO DI ROTAZIONE	60° - 90°	60° - 90°	60° - 90°	60° - 90°
PRESENZA DI OSTRUZIONI	NO	NO	NO	NO
ABILITA' OPERATORE	Media	Media	Media	Media
TEMPO DI CARICO DELLA BENNA	5,5 sec.	6 sec.	6,5 sec.	7 sec.
ROTAZIONE A CARICO	4,5 sec.	5 sec.	6,0 sec.	7 sec.
SCARICO BENNA	1,5 sec.	2 sec.	2,5 sec.	3 sec.
ROTAZIONE A VUOTO	3,5 sec.	4 sec.	5,0 sec.	6 sec.
TEMPO DI CICLO TOTALE	15,0 sec.	17 sec.	20,0 sec.	23 sec.

In base alle esperienze fatte si può in linea di massima affermare, in funzione della classe dell'escavatore, quale è mediamente il tempo di ciclo.

Classe escavatore	t.	15	25	35	56
Tempo ciclo tot. medio	sec.	15	17	20	23

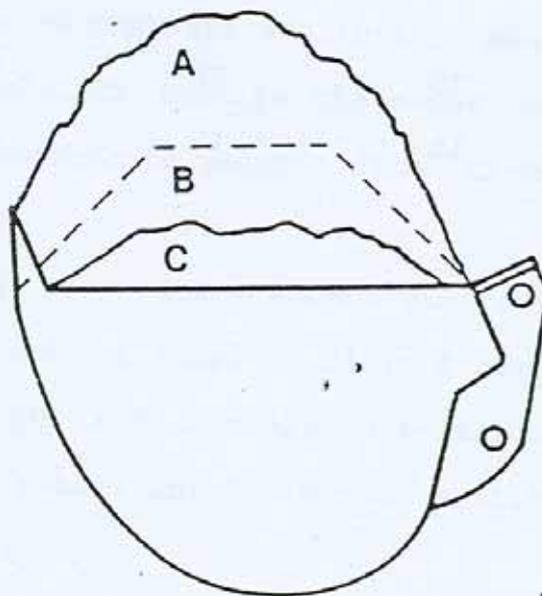
## CARICO BENNA

Il carico della benna di un escavatore (quantità reale di materiale nella benna in ogni ciclo di scavo) dipende dalle dimensioni della benna e dalle caratteristiche del terreno, cioè il fattore di riempimento di quel materiale.

I fattori di riempimento per i vari tipi di materiale vengono elencati qui sotto:

Carico medio benna = (Capacità a colmo benna) x (Fattore di riempimento)

<u>Materiale</u>	<u>Fattore di riempimento</u>
Argilla bagnata o sabbiosa	100 - 110%      A
Sabbia e ghiaia	95 - 100%      B
Argilla dura	80 - 90%      C
Roccia - ben sparata	60 - 75%
Roccia - poco sparata	



## STIMA DELLA PRODUZIONE DI UN ESCAVATORE IDRAULICO

La tabella sotto riportata indica la produzione in mc/ora, stimando il carico medio della benna e il tempo di ciclo. I valori della tabella sono basati su un'ora di lavoro di 60 min o al 100% di efficienza (condizione che non viene mai raggiunta nella realtà).

Si potrà applicare un fattore di efficienza ai lavori nella tabella basandosi sulla conoscenza delle reali condizioni del lavoro.

Il limite superiore di ogni zona corrisponde al tempo di ciclo pratico più veloce per la macchina considerata. L'ampiezza di ogni zona corrisponde alla gamma di benne da carico che l'escavatore può montare.

La tabella delle produzioni può anche servire da guida nella scelta della macchina giusta per fare un certo lavoro, come viene illustrato nell'esempio seguente:

TABELLA PER IL CALCOLO DELLA PRODUZIONE - METRI CUBI X 60 MIN/ORA

TEMPI DI CICLO STIMATI		CARICO STIMATO BENNA ** - METRI CUBI SCIOLTI																TEMPI CICLO STIMATI			
TEM. CIC Sec	TEM. CIC Min	200	300	500	700	900	110	1300	1500	1700	1900	2100	2300	2500	2700	2900	3100	3300	3500	CICLI Per Min	CICLI Per Hr
10.0	.17																			6.0	360
11.0	.18																			5.5	330
12.0	.20	80	90	150	210	270														5.0	300
13.3	.22	54	81	135	189	243	297	351	405											4.5	270
15.0	.25	48	72	120	168	216	264	312	360	408	456	504	552							4.0	240
17.1	.29	42	63	105	147	189	231	273	315	357	399	441	483	525	567	609	651	693	735	3.5	210
20.0	.33	36	54	90	126	162	198	234	270	306	342	378	414	450	486	522	558	594	630	3.0	180
24.0	.40	30	45	75	105	135	165	195	225	255	285	315	345	375	405	435	465	495	525	2.5	150
30.0	.50	24	36	60	84	108	132	156	180	204	228	252	276	300	324	348	372	396	420	2.0	120
35.0	.56	20	31	51	71	92	112	133	153	173	194	214	235	255	275	296	316	337	357	1.7	102
40.0	.67					81	99	117	135	153	171	189	207	225	243	261	279	297	315	1.5	90
45.0	.75									133	148	164	179	195	211	226	242	257	273	1.3	78
50.0	.83																			1.2	72

QUANTITA' CARICATA	EFFICIENZA
60 Min	100%
55	91%
50 Min	83%
45	75%
40 Min	67%

\* PRODUZIONE ORARIA REALE = (PRODUZ. 60 Min/ORA) x (FATTORE EFFIC.)

\*\* CARICO STIMATO BENNA = (QUANTITA' DI MATERIALE NELLA BENNA)  
(CAPAC. A COLMO BENNA x FATT. RIEMPIM.)

La zona delineata indica la produzione media

## Problema

un appaltatore ha un lavoro in cui devono essere rimossi 15.300 mcb (19.100 mcs, considerando un fattore di rigonfiamento del 25%) di materiale sabbioso asciutto e caricati su camion per mezzo di escavatore. La profondità media di scavo è di 2 - 4 metri, con un angolo di rotazione di 60° - 90°. Il lavoro deve essere terminato in dieci giorni.

L'appaltatore programma di lavorare 10 ore al giorno e prevede un lavoro di 50 min/ora (83% di efficienza di lavoro).

Egli possiede due escavatori che possono essere adatti per il lavoro: uno con benna da 1,1 mc. e un 'altro con benna da 1,7 mc.

Precedenti esperienze gli hanno dimostrato che entrambe le macchine riescono, in terreno argilloso-sabbioso a riempire a colmo la benna.

Saranno necessari entrambe gli escavatori per effettuare il lavoro o basterà quello con benna da 1,7 mc?

## Soluzione

L'escavatore deve produrre 1900 mcs al giorno, il che significa una media oraria richiesta di 190 mcs/50 min.

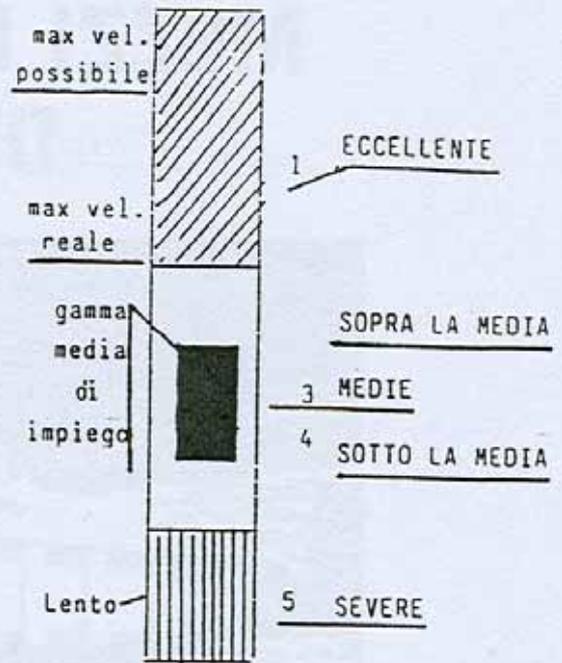
Considerando un'efficienza di lavoro dell'83%, l'escavatore dovrà essere in grado di produrre 230 mcs/60 min/ora.

La tabella del calcolo della produzione mostra che l'escavatore di classe inferiore dovrebbe effettuare un tempo di ciclo ogni 17,1 secondi in media, per ottenere questo ritmo di produzione con una benna da 1,1 mc., mentre quello più grande potrebbe ottenere la produzione desiderata con tempi di ciclo di 24 secondi.

Dalla tabella si può notare che il primo lavorerebbe quasi al massimo delle sue capacità (vicino a zona scura) per ottenere la produzione richiesta, mentre il secondo potrebbe effettuare il lavoro con facilità (centro zona bianca).

Questi dati dovranno essere messi in relazione ad altri dati del lavoro (esigenza di sbraccio, condizioni di lavoro, abilità operatore) per decidere se è o meno necessaria la macchina più grossa.

TAVOLA TEMPI DI CICLO					
TEMPI DI CICLO	CLASSE MACCHINA				TEMPI DI CICLO
	15 t.	25 t.	35 t.	56 t.	
10 sec.					10 sec.
15	diagonale	diagonale			15
20 sec.	solido	solido	diagonale		20 sec.
25		solido	diagonale	diagonale	25
30 sec.	verticali		solido		30 sec.
35		verticali	verticali	solido	35
40 sec.			verticali		40 sec.
45				verticali	45
50 sec.				verticali	50 sec.
55				verticali	55
60 sec.				verticali	60 sec.



1 - CONDIZIONI DI SCAVO FACILI - (Terra non compattata, sabbia, ghiaia, pulitura canali, etc ...). profondità di scavo inferiore o uguale al 30% di quella massima raggiungibile con la macchina.

Angolo di rotazione della torretta inferiore a 30°. Scarico laterale in cumulo. Ostacoli inesistenti. Buon operatore.

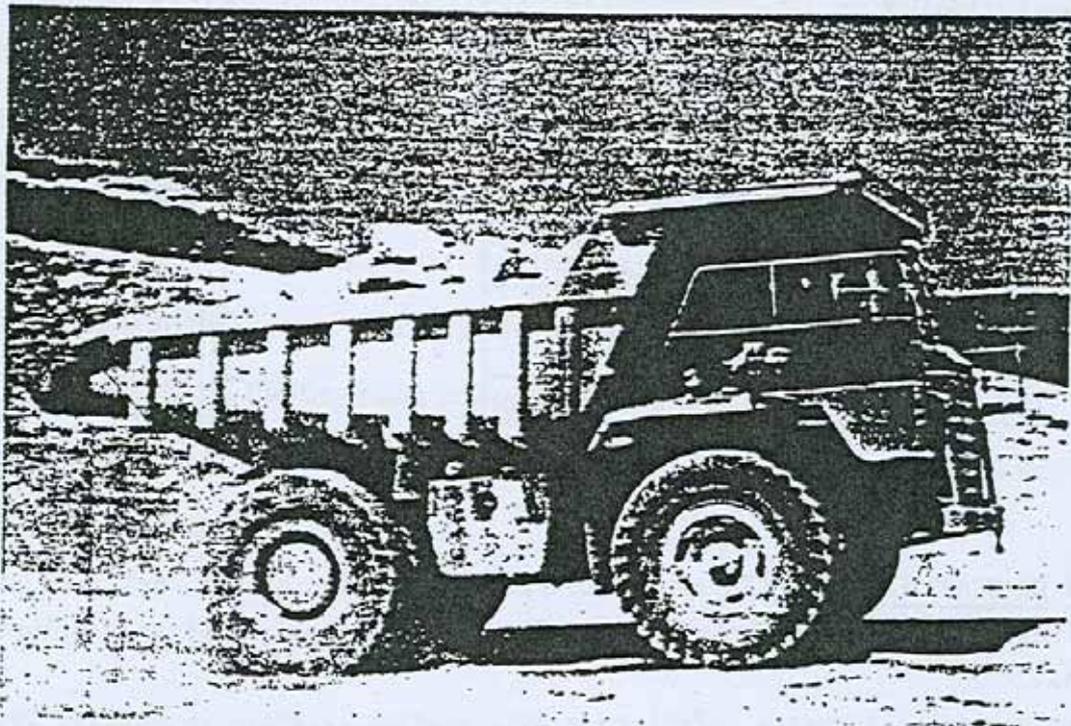
2 - CONDIZIONI DI SCAVO MEDIO - (Terra compattata, argilla dura e secca, terreni con contenuto di roccia inferiore al 25%). profondità di scavo pari al 40% di quella massima raggiungibile con la macchina. Angolo di rotazione della torretta pari a 60°. Luogo di scarico ampio. Pochi ostacoli.

3 - CONDIZIONI DI SCAVO MEDIO-DIFFICILI - (terreno duro e compatto, con contenuto roccioso superiore al 50%). Profondità di scavo pari al 50% di quella massima raggiungibile con la macchina. Angolo di rotazione della torretta pari a 90°. Carico su camion con camion molto vicini all'escavatore.

4 - CONDIZIONI DI SCAVO DIFFICILI - (Roccia sparata e terreno duro con il 75% di contenuto roccioso). Profondità di scavo pari al 75% di quella massima raggiungibile dalla macchina. Angolo di rotazione della torretta pari a 120°. Trincea puntellata. Piccola area di scarico. Lavoro in prossimità di tubazioni.

5 - CONDIZIONI DI SCAVO MOLTO SEVERE - (Arenaria, scisto, certi calcari, ghiaccio duro). Profondità di scavo superiore al 75% di quella massima raggiungibile dalla macchina. Angolo di rotazione della torretta superiore a 120°. Carico della benna in un cunicolo. Scarico in uno spazio ristretto che richiede lo sbraccio max. Personale ed ostacoli nell'area di lavoro.

# MEZZI DI TRASPORTO DUMPERS



Il ciclo base di un dumper viene calcolato nel seguente modo:

**TEMPO FISSO** - Tempo di carico: viene determinato a seconda del tipo di pala caricatrice, escavatore, nastro trasportatore.

- Manovre e tempo di scarico: dipende dalle caratteristiche del percorso.

**TEMPO VARIABILE** - Trasporto a carico e ritorno: il tempo viene calcolato in base ai diagrammi delle prestazioni ed alle curve delle prestazioni del retarder.

## DIAGRAMMA DELLE PRESTAZIONI

Le case costruttrici di macchine movimento terra riportano, per ogni modello di veicolo, il diagramma delle prestazioni che permette di determinare, almeno in maniera indicativa, la velocità di avanzamento e la marcia che deve essere scelta al variare delle condizioni del percorso.

Le grandezze considerate sono:

- Peso totale
- Resistenza al moto
- Forza di trazione o meglio, nel caso di dumper, tiro al mozzo, il quale è funzione di due grandezze:

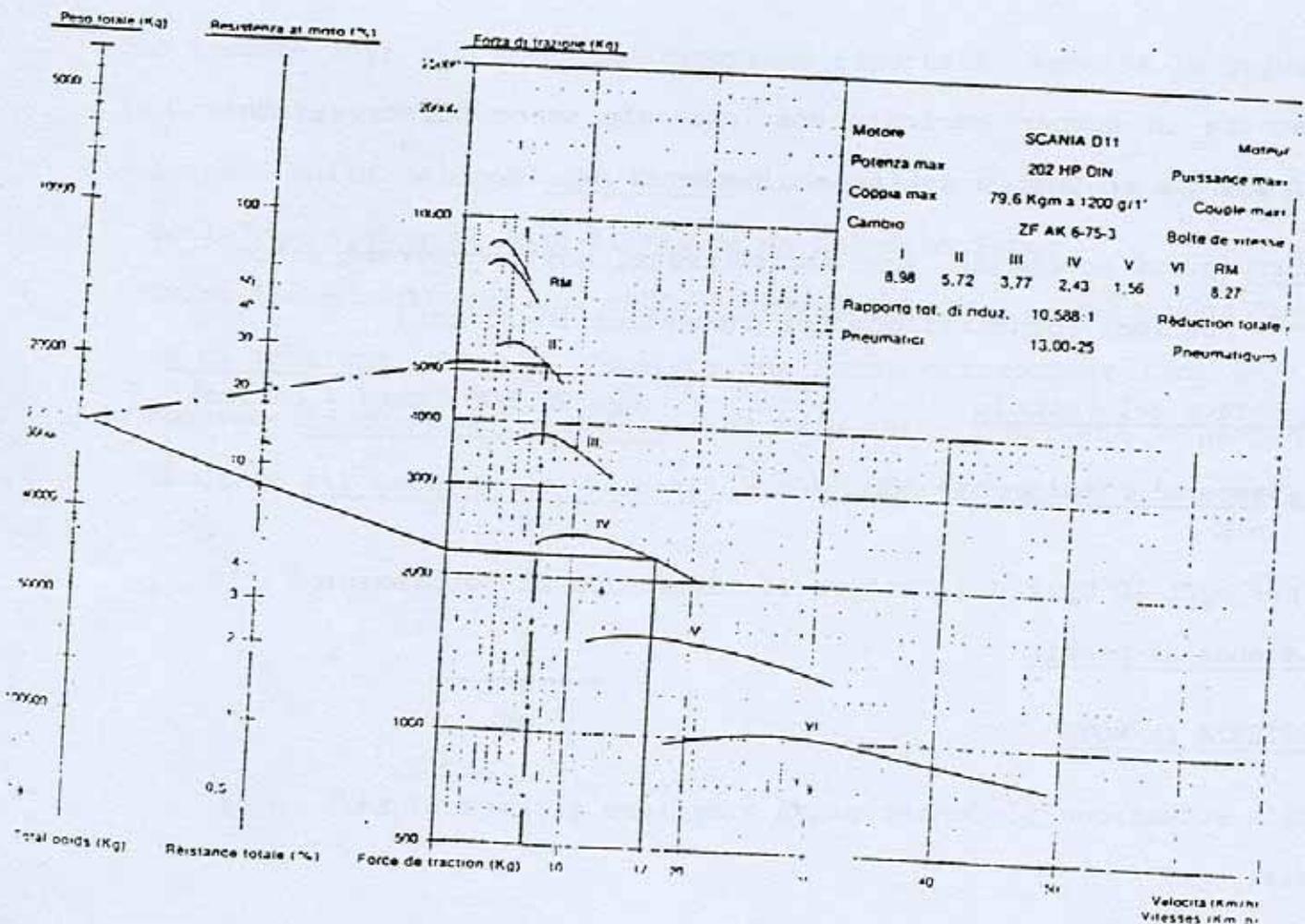
potenza: disponibile del veicolo che è funzione di coppia e numero di giri

marce di lavoro: che permettono all'operatore di scegliere tra i diversi rapporti di velocità la giusta combinazione tra coppia e velocità cui ovviamente corrispondono diversi tiri al mozzo.

Velocità e tiro al mozzo sono inversamente proporzionali; cioè, all'aumentare della prima diminuisce il secondo e viceversa.

La combinazione tra i valori sopra accennati viene riportata dalla casa costruttrice sui fogli di specifica.

Qui di seguito riportiamo ad esempio quello relativo ad un dumper:



Lettura del diagramma delle prestazioni:

I dati necessari sono, come abbiamo visto:

- a) peso totale del veicolo Kg.
- b) Resistenza al moto in %
- c) Tiro al mozzo o Forza di trazione

Il peso totale non è niente altro che la somma del peso tara del veicolo + il peso del materiale trasportato.

La resistenza al moto è ottenuta sommando alla % di pendenza, l'1% per ogni 10 Kg/t del fattore di resistenza al rotolamento.

Esempio: se la pendenza è pari al 5% e la resistenza al rotolamento è pari a 75 kg/t, la resistenza totale al moto sarà  $5 + 7,5 = 12,6\%$

Il tiro al mozzo è determinato dalla potenza del motore e dalla marcia inserita e viene dichiarato dalla stessa casa costruttrice (vedere diagramma).

Esempio:

Supponiamo che un dumper caricato completamente debba percorrere un tratto in pianura ed uno in salita con pendenza del 5%.

- 1) Pianura (pista sconnessa, non stabilizzata, molto cedevole sotto carico) (penetrazione dei pneumatici 10-15 cm.)

<u>Peso totale del veicolo</u>	Kg. 27.500 (tara + carico)
<u>Resistenza al rotolamento</u> 80 Kg/t pari in % a	8
(1% per ogni 10 Kg/t del fattore di resistenza al rotolamento)	
<u>Resistenza al pendio</u>	0
<u>RESISTENZA AL MOTO</u>	<hr/> 8%

In tale situazione il dumper potrà viaggiare a circa 17 Km/h in 4a marcia.

(Linea ———)

2) SALITA (pista a fondo sconnesso e decisamente cedevole sotto carico, con presenza di fango).

peso totale del veicolo Kg. 27.500

resistenza al rotolamento 140 Kg/t

pari in % a 14

resistenza al pendio (pendenza 5%) 5

---

RESISTENZA AL MOTO 19%

In tale situazione il dumper potrà viaggiare a circa 7 Km/h in 2a marcia;

(linea -.-.-.- )

Per trovare tali risultati sul diagramma riportato, seguire la seguente procedura:

- leggere sulla colonna peso totale il peso del veicolo e su quella della resistenza al moto il valore da noi calcolato.

Unire i due punti con una retta e proseguire fino alla colonna Forza di trazione. Da qui tracciare una retta orizzontale fino ad incontrare la curva della marcia e da tale punto tracciare la perpendicolare all'asse delle velocità e leggere il valore incontrato.