

POLITECNICO DI TORINO
ESAME DI STATO – II SESSIONE ANNO 2010
SETTORE CIVILE - AMBIENTALE
SEZIONE A

Tema n. 1

Abbattimento di produzione a giorno

E' necessario garantire l'approvvigionamento di un cementificio grazie allo sfruttamento di una cava di calcare di monte limitrofa.

Il metodo di coltivazione è per fette orizzontali discendenti, con configurazione della fronte di scavo a gradino diritto.

Le caratteristiche della roccia ($C_0=190$ MPa, $E=70000$ MPa, $\gamma=2.65$ t/m³) impongono di adottare la tecnica di scavo con esplosivo, più competitivo in termini tecnico-economici rispetto a sistemi alternativi.

Sono previsti 5 giorni lavorativi/settimana e 3 volate/settimana, dimensionate in modo da soddisfare il fabbisogno giornaliero di 3500 t/giorno di calcare.

La perforazione è eseguita con tre carri cingolati, di cui uno in stand by; il diametro dei fori è pari a 65 mm (la velocità di perforazione, al netto dei tempi morti, è di circa 2 m/min).

L'esplosivo impiegato è un'emulsione (scheda tecnica in Figura 1).

Per l'innesco si adotta il sistema Nonel UNIDET (dettagli nello schema di Figura 2).

Esigenze di limitazione delle vibrazioni impongono di ricorrere a una massima carica per ritardo CPD pari a 15 kg.

L'abbattuto è convogliato ad un frantumatore primario, del tipo alternativo a mascelle, localizzato a distanza di circa 250 m dal piazzale di cava.

Il frantumatore accetta blocchi di dimensione massima 0.7 m ed è consentito il 15% di sopramisura (che verrà smaltito mediante abbattimento secondario). Il consumo specifico minimo di esplosivo in cava è risultato, da tiri di prova, pari a 0.19 kg/m³.

Per il trasporto dell'abbattuto si ricorre ad un sistema discontinuo (i dati tecnici delle macchine disponibili sono riportati nelle Figure 3, 4, ...).

Quesiti

1. Dopo avere stabilito una ragionevole geometria della volata (altezza e inclinazione dei gradini, maglia di tiro, lunghezza di perforazione) calcolare:
 - 1a. Numero di mine/volata
 - 1b. Perforazione specifica SD (m/m³)
 - 1c. Carica totale Q/volata (kg)
 - 1d. Consumo specifico di esplosivo PF (kg/m³)
 - 1e. Consumo specifico di detonatori DC (n°det/m³)
2. Disegnare la volata in scala (planimetria, comprensiva dell'indicazione della sequenza d'innesco-energie e tempi di ritardo per ciascuna mina) e la sezione di un foro caricato.
3. Valutare la produttività del sistema di sgombero, ricorrendo alla soluzione (parco macchine) che consente di minimizzare i tempi di ciclo.
4. Tracciare, orientativamente, il cronoprogramma relativo ad un turno (7 h effettive) lavorativo, tenendo conto del fatto che, data la tipologia di cantiere, alcune fasi sono sovrapponibili.

CONFEZIONI

I **PREMEX 3700 – 851 – 831 – 2300** sono confezionati in cartucce aventi lunghezza di 400 mm circa e diametro variabile da 50 mm a 90 mm. Il peso approssimativo delle cartucce, funzione del loro diametro, è riportato nella seguente tabella.

Cartucce			Premex 3700	Premex 851	Premex 831	Premex 2300
diametro [mm]	per cassa [n°]	peso unitario [kg]	lunghezza [cm]	lunghezza [cm]	lunghezza [cm]	Lunghezza [cm]
50	27	0,926	38	38	39	40
60	19	1,316	38	38	39	40
70	14	1,786	38	38	39	40
80	11	2,273	37	37	39	39
90	9	2,778	36	36	38	38

CARATTERISTICHE TECNICHE

		Premex 3700	Premex 851	Premex 831	Premex 2300
Densità	[kg/m ³]	1250 ± 50	1250 ± 50	1200 ± 50	1150 ± 50
Energia	[MJ/kg]	4,46	4,30	4,07	3,31
Velocità detonazione (Ø 50 mm)	- in aria libera [m/s]	4500	4300	4700	5000
	- in tubo metallico [m/s]	5000	4800	5200	5500
Volume di gas	[m ³ /kg] x10 ⁻³	843	886	941	1000
Distanza di colpo (Ø 40 mm)	[m] x10 ⁻³	> 80	> 80	> 90	> 90
Sensibilità al detonatore - scala Sellier-Bellot	N.	8	8	8	8
Sensibilità alla miccia detonante - a base di pentrite (PETN)	g/m	15	15	15	15
Resistenza all'acqua		SI	SI	SI	SI
Impiego in sotterraneo		NO	SI	NO	SI

Figura 1. Confezioni e caratteristiche tecniche dell'esplosivo impiegato.

NONEL UNIDET

Unità	Detonatore		Unità di connessione			
	U 475	U 500	UB 0	UB 17	UB 25	UB 42
Ritardo, ms	475	500	0	17	25	42
Colore	Giallo/Rosso	Giallo/Verde	Giallo	Blu	Rosso	Verde
Simbolo grafico	—	—				

Figura 2. Scheda tecnica dei detonatori della serie Nonel UNIDET.



Wheel loaders

Units: US | [Metric](#)

Model	Net Power - ISO 9249	Operating Weight	Bucket Capacities
» 938H	180 hp	33190 lb	2.3 - 3.0 m ³ 3.0 - 4.0 yd ³
» IT38H	180 hp	33190 lb	2.3 - 3.0 m ³ 3.0 - 4.0 yd ³
» 950H	197 hp	40435 lb	2.5-3.5 m ³ 3.25-4.5 yd ³
» 962H	211 hp	42700 lb	2.7-3.8 m ³ 3.5-5.0 yd ³
» IT62H	211 hp	42770 lb	3.25-4.25 m ³ 4.25-5.5 yd ³
» 966H	262 hp	52254 lb	3.4-4.2 m ³ 4.5-5.5 yd ³
» 972H	287 hp	55451 lb	3.8-4.6 m ³ 5.0-6.0 yd ³
» 980H	349 hp	67294 lb	3.8-6.1 m ³ 5.0-8.0 yd ³

Figura 3. Pale caricatori - Dati tecnici.

**5000 Series —
Front Shovels**

Specifications



MODEL	5090B		5130B		5230B	
Sourcing	Belgium		U.S.		U.S.	
Flywheel Horsepower	382 kW	512 hp	597 kW	800 hp	1156 kW	1550 hp
Operating Weight*	87 500 kg	192,900 lb	181 000 kg	399,000 lb	327 000 kg	721,000 lb
Bucket Capacity Range (heaped)	5.2-5.7 m ³	6.8-7.5 yd ³	9-11 m ³	14.5 yd ³	12.5-17 m ³	22.2 yd ³
Engine Model	3456 ATAAC		3508B EUI		3516B EUI	
Rated Engine RPM	1800		1750		1750	
No. of Cylinders	6		8		16	
Bore	140 mm	5.5"	170 mm	6.7"	170 mm	6.7"
Stroke	171 mm	6.7"	190 mm	7.5"	190 mm	7.5"
Displacement	15.8 L	964 in ³	34.5 L	2105 in ³	69.1 L	4211 in ³
Max. Hydraulic Pump Output at Rated RPM: Implement	L/min	gpm	L/min	gpm	L/min	gpm
Swing	2 × 490	2 × 129	4 × 372	4 × 99	6 × 412	6 × 110
Relief Valve Settings:						
Implement Circuits	32 000 kPa	4640 psi	31 000 kPa	4500 psi	31 000 kPa	4500 psi
Travel Circuits	35 000 kPa	5075 psi	35 000 kPa	5080 psi	35 000 kPa	5080 psi
Pilot Circuits	4100 kPa	595 psi	4000 kPa	580 psi	4000 kPa	580 psi
Maximum Drawbar Pull	590 kN	132,750 lb	872 kN	196,000 lb	1545 kN	340,875 lb
Maximum Travel Speed at Rated RPM	Low: High:	2.8 km/h 1.7 mph 4.4 km/h 2.7 mph	— 3.3 km/h 2.1 mph	— 5.55 m 18'3"	2.5 km/h 1.6 mph	— 6.26 m 20'6"
Overall Track Length**	4.6 m	15'1"	5.55 m	18'3"	6.26 m	20'6"
Track Gauge	3.51 m	11'6"	4.72 m	15'6"	5.12 m	17'0"
Grouser Height	48 mm	2"	29, 71 mm	1.1", 2.8"	15 mm	0.6"
Track Shoe Widths	650, 750, 900 mm	26", 30", 36"	650, 800, 1000 mm	26", 32", 39"	1100, 1300, 1500 mm	43", 51", 59"
Ground Contact Areas	6.13, 7.55 m ²	66, 81.3 ft ²	8.0, 9.8, 12.3 m ²	86.1, 105.4 ft ²	15.2, 18.0, 20.8 m ²	163.6, 193.7, 223.8 ft ²
Ground Pressures	132, 107 kPa	19.2, 16 psi	217, 178, 144 kPa	31.4, 25.8, 20.9 psi	208, 177, 153 kPa	30.2, 25.7, 22.2 psi
Fuel Tank Refill Capacity	1240 L	328 U.S. gal	2600 L	687 U.S. gal	5330 L	1386 U.S. gal

*Operating weights include coolant, lubricants, full fuel tank, standard shoes, bucket, and operator.

**Track length measured from center of idler to center of sprocket.

Figura 4. Escavatori frontali – Dati tecnici.

Specifications

**5000 Series —
Mass Excavators**






MODEL	5110B ME		5130B ME		5230 ME	
Sourcing	U.S.		U.S.		U.S.	
Flywheel Power	519 kW	696 hp	597 kW	800 hp	1095 kW	1470 hp
Operating Weight*	125 000 kg	275,000 lb	182 000 kg	401,000 lb	316 600 kg	698,000 lb
Bucket Capacity Range (heaped)	6.0-10.4 m ³	7.8-13.4 yd ³	8.5-18.3 m ³	11-24 yd ³	13-27.5 m ³	17-36 yd ³
Engine Model	3412E HEUI		3508B EUI		3516 EUI	
Rated Engine RPM	1800		1750		1750	
No. of Cylinders	12		8		16	
Bore	137 mm	5.4"	170 mm	6.7"	170 mm	6.7"
Stroke	152 mm	6.0"	190 mm	7.5"	190 mm	7.5"
Displacement	271 L	1648 in ³	34.5 L	2105 in ³	69 L	4210 in ³
Max. Hydraulic Pump Output at Rated RPM: Implement Swing	3 × 446 L/min 1 × 463 L/min	3 × 118 gpm 1 × 122 gpm	4 × 372 L/min 1 × 464 L/min	4 × 99 gpm 1 × 123 gpm	6 × 372 L/min 2 × 464 L/min	6 × 99 gpm 2 × 123 gpm
Relief Valve Settings:						
Implement Circuits	32 000 kPa	4640 psi	31 000 kPa	4550 psi	31 000 kPa	4550 psi
Travel Circuits	35 000 kPa	5075 psi	35 000 kPa	5075 psi	35 000 kPa	5075 psi
Swing Circuits: Accelerate	35 000 kPa	5075 psi	35 000 kPa	5075 psi	35 000 kPa	5075 psi
Decelerate	25 000 kPa	3620 psi	25 000 kPa	3620 psi	25 000 kPa	3620 psi
Pilot Circuits	6900 kPa	1000 psi	4000 kPa	580 psi	4000 kPa	580 psi
Maximum Drawbar Pull	846 kN	190,200 lb	872 kN	196,000 lb	1545 kN	340,875 lb
Maximum Travel Speed at Rated RPM	3.3 km/h	2.0 mph	3.3 km/h	2.1 mph	2.5 km/h	1.6 mph
Overall Track Length**	5.5 m	18'	5.55 m	18'3"	6.26 m	20'6"
Width of Standard Track Shoe	700 mm	2'4"	800 mm	2'8"	1300 mm	4'4"
Ground Contact Area with Std. Shoe	8.3 m ²	12,900 in ²	9.8 m ²	15,200 in ²	18 m ²	27,900 in ²
Track Gauge	4.1 m	13'5"	4.72 m	15'6"	5.2 m	17'
Fuel Tank Refill Capacity	1700 L	450 U.S. gal	2600 L	687 U.S. gal	5330 L	1386 U.S. gal

*Operating weight includes coolant, lubricants, full fuel tank, one-piece boom, medium stick, bucket, standard counterweight and operator 75 kg (165 lb).

**Measured from center of driver to center of idler.

NOTE: Certain models may not be available in all Sales areas.
Specifications may also vary by Sales area.
Contact your Caterpillar Dealer for details.

Figura 5. Retroescavatori – Dati tecnici.

MODEL	 769D		 769D		 771D	
	Flat Floor		Dual Slope		Quarry Flat Floor	
Body Type						
Gross Machine Weight	71 400 kg	157,000 lb	71 400 kg	157,000 lb	75 700 kg	166,500 lb
Chassis Weight*	24 320 kg	53,506 lb	24 320 kg	53,506 lb	24 320 kg	53,506 lb
Body Weight	7800 kg	17,200 lb	7870 kg	17,350 lb	10 350 kg	23,000 lb
Payload without Liner	39 280 kg	86,294 lb	39 210 kg	86,144 lb	41 030 kg	89,994 lb
Standard Liner Weight	3300 kg	7280 lb	3200 kg	7000 lb	—	
Target Payload**	35 980 kg	79,094 lb	36 010 kg	79,144 lb	41 030 kg	89,994 lb
Capacity:						
Struck (SAE)	16.5 m ³	21.6 yd³	17 m ³	22.2 yd³	20.2 m ³	26.4 yd³
Heaped (2:1) (SAE)	24.2 m ³	31.7 yd³	24.2 m ³	31.7 yd³	27.5 m ³	36 yd³
Distribution Empty:						
Front	49.7%		49.8%		46.3%	
Rear	50.3%		50.2%		53.7%	
Distribution Loaded:						
Front	33.3%		33.3%		32.9%	
Rear	66.7%		66.7%		67.1%	
Engine Model	3408E TA		3408E TA		3408E TA	
Number of Cylinders	8		8		8	
Bore	137 mm	5.4"	137 mm	5.4"	137 mm	5.4"
Stroke	152 mm	6"	152 mm	6"	152 mm	6"
Displacement	18 L	1099 in³	18 L	1099 in³	18 L	1099 in³
Flywheel Power	363 kW	487 hp	363 kW	487 hp	363 kW	487 hp
Gross Power	386 kW	518 hp	386 kW	518 hp	386 kW	518 hp
Standard Tires	18.00R33 (E-4)		18.00R33 (E-4)		18.00R33 (E-4)	
Machine Clearance Turning Circle	20.3 m	66'7"	20.3 m	66'7"	20.3 m	66'7"
Fuel Tank Refill Capacity	530 L	140 U.S. gal	530 L	140 U.S. gal	680 L	180 U.S. gal
Top Speed (Loaded)	77 km/h	48 mph	77 km/h	48 mph	57.3 km/h	35.6 mph
GENERAL DIMENSIONS (Empty):						
Height to Canopy Rock Guard Rail	4.08 m	13'4"	4.05 m	13'3"	4.45 m	14'6"
Wheelbase	3.70 m	12'2"	3.70 m	12'2"	3.71 m	12'2"
Overall Length (Operating)	8.26 m	27'1"	8.26 m	27'1"	8.44 m	27'7"
Overall Length (Shipping)	8.00 m	26'5"	8.00 m	26'5"	8.20 m	26'11"
Loading Height (Empty)	3.20 m	10'6"	3.10 m	10'4"	3.40 m	11'1"
Height at Full Dump	7.80 m	25'5"	7.70 m	25'4"	7.74 m	25'5"
Body Length (Target Length)	5.43 m	17'10"	5.28 m	17'4"	5.52 m	18'1"
Width (Operating)	5.01 m	16'8"	5.01 m	16'8"	5.01 m	16'8"
Width (Shipping)***	3.99 m	13'1"	3.91 m	12'10"	3.99 m	13'1"
Front Tire Tread	3.10 m	10'2"	3.10 m	10'2"	3.10 m	10'2"

*Weights include lubricants, coolants, 100% fuel and a debris allowance (4% of chassis).

**Refer to Caterpillar's 10/10/20 Payload Policy for Quarry & Construction Trucks.

***Disassembled.

Figura 6. Dumper – Dati tecnici.