

Aplicación mediante ordenador del factor de acoplamiento en equipos de carga y transporte^(*)

Por FRANCISCO BALLESTER MUÑOZ
 Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
 y ANGEL PERAL SAN EMETERIO
 Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

La coordinación entre los equipos de carga y transporte de materiales, es muy importante en los trabajos de movimiento de tierras, siendo el número de elementos y las dimensiones de los equipos de carga y transporte los factores básicos a determinar en todo proceso de optimización de operaciones, para lo cual se presenta un programa informático de aplicación práctica.

1. INTRODUCCION

Como es sabido los movimientos de tierras en Obras Públicas o Explotaciones Mineras, implican una serie de operaciones, cada una de las cuales se realiza con un tipo diferente de maquinaria.

La coordinación de estos equipos, es importante especialmente entre la fase de carga y transporte de los materiales.

Para conseguir esta coordinación, se debe de atender a dos tipos de factores:

— La adecuación entre las dimensiones de los equipos de carga y los de transporte, de modo que no se produzcan ni averías ni aumentos excesivos en el tiempo del ciclo de estos elementos.

— Elección del número de elementos de transporte y de carga disponibles, una vez seleccionados los correspondientes modelos, conocido el material y el recorrido a realizar por las unidades de transporte.

2. MATCH FACTOR

El método del «Match Factor» o «factor de acoplamiento» pretende determinar el número total de unidades de transporte a utilizar, para un determinado equipo de carga.

Se denomina «match factor» al cociente:

$$MF = \frac{\text{Producción del equipo de transporte}}{\text{Producción del equipo de carga}}$$

Dado que el equipo de carga suele ser, en obras de movimientos de tierras o en explotaciones mineras, un factor fijo, este método pretende obtener el equipo de transporte necesario para absorber la producción del equipo de carga.

Dado que el valor del MF igual a la unidad, difícilmente se obtendrá con un número entero de volquetes, será necesario decidirse por el entero inmediatamente inferior o superior. Si pretendemos obtener una producción máxima, optaremos por el entero superior. A veces, la solución más económica puede ser con un elemento menos de transporte, lo que nos supone la solución más rentable, pero no la de mayor producción.



(*) Se admiten comentarios sobre el presente artículo que podrán remitirse a la Redacción de esta Revista hasta el 31 de diciembre de 1988.

3. DESCRIPCION DEL PROGRAMA

3.1 Esquema General

El programa se organiza en cuatro etapas diferentes que son:

1. Características de la obra.
2. Equipo de carga.
3. Equipo de transporte.
4. Cálculo y escritura de resultados.

3.1.1 Características de la obra

El programa está preparado para resolver cualquier tipo de obras en las que el material se encuentra inicialmente sobre banco o suelto.

La definición de la obra se realizará mediante el peso del material en toneladas, o bien, mediante el volumen de éste y su densidad en banco o suelto, dependiendo de su situación inicial.

3.1.2 Equipo de carga

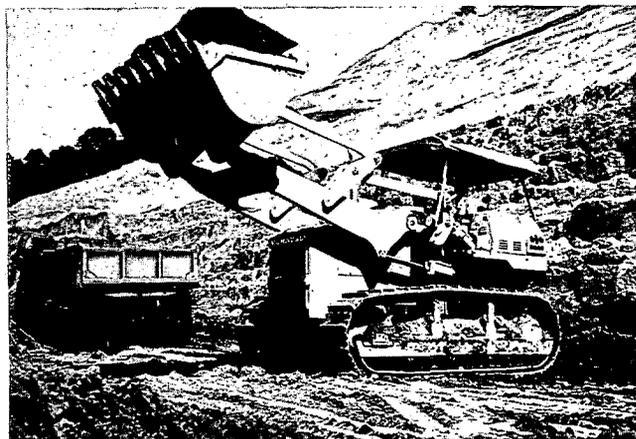
El programa se puede ejecutar con cualquier equipo de carga: Excavadoras sobre orugas con equipo retro o frontal, excavadoras sobre neumáticos con equipo retro y palas cargadoras sobre orugas o neumáticos.

De cada uno de estos tipos de palas, existen en un fichero hasta diez modelos de diferente potencia, de modo que se tiene un total de cincuenta diferentes opciones de máquinas para la carga.

Una vez definido el tipo de cargadora a utilizar, aparecerán en pantalla sus características básicas: código asignado por el MOPU, definición, potencia, peso, capacidad, coste horario y tiempo de ciclo teórico.

El programa da opción a que se utilicen estos datos standard, o bien a modificar la capacidad, coste horario o tiempo del ciclo, si se estima que en la obra estudiada el equipo de carga no tiene exactamente las características que aparecen en el fichero.

Con estos datos el programa calcula la producción teórica de la máquina elegida, dando la opción de modificarle en caso de conocerse la producción real de la máquina.



3.1.3 Equipo de transporte

Existen tres tipos de equipo de transporte: Camión basculante, dumper fuera de carretera y camión semi-remolque, existiendo en el fichero diez tipos de cada uno de ellos, teniendo por tanto, un total de treinta opciones.

El fichero contiene para cada volquete los datos de: código asignado por el MOPU, definición, potencia, peso, capacidad (en peso y volumen) y coste horario.

El programa da opción para modificar cualquiera de los datos del fichero.

El tiempo de ciclo se puede leer de dos modos posibles: Por introducción directa del tiempo total, o bien en caso de no conocerse éste, introduciendo tiempo de colocación en tajo, distancia a recorrer, velocidad media del camión y tiempo de descarga.

3.1.4 Escritura de resultados

Todos los resultados del programa se escriben en un fichero de resultados.

Este fichero se divide en cinco bloques.

En los tres primeros bloques aparecen los datos de partida (de la obra, equipo de carga y equipo de transporte).

En el cuarto bloque se escriben para la solución de mínimo coste y para la de máxima producción los siguientes resultados:

- Coste horario.
- Producción.
- Coste unitario.
- Factor de acoplamiento (MF).

- Duración total de la obra.
- Coste total de la obra.

En el quinto bloque, se ofrece una tabla comparativa de las dos soluciones anteriores con otras próximas a ellas.

3.2 Características del programa

El programa está escrito en lenguaje BASIC para utilizarse en un PC-IBM.

Se utiliza como base de datos un fichero de acceso directo con los datos de los equipos de carga y transporte y suponiéndose que la unidad de carga tiene potencia suficiente para cargar en su cuchara todo el volumen hasta colmarlo.

El tiempo de ciclo de los equipos de transporte no está incluido en el fichero, ya que este valor depende de las características de la obra y de la distancia a recorrer.

4. CONSIDERACIONES FINALES

El programa está diseñado para estudiar obras en las que exista un solo tipo de equipo de carga y otro de transporte.

Sin embargo, el programa puede ser aplicado a obras con distintos tipos de equipos. Este problema se solucionará ejecutando varias veces el programa. Si se ejecuta una vez para cada tipo de unidad de carga, obtendremos el número de unidades de transporte necesario para saturarlo.

Tratando independientemente cada equipo de carga, tendremos libertad para elegir para cada uno de ellos un tipo de camiones.

La solución total en estos casos, vendría dada como la suma de los resultados parciales obtenidos en cada ejecución.

Asimismo se puede ejecutar con datos teóricos o con datos tomados de la práctica. Esto es útil para la realización de un estudio secuencial de la obra. Se podrá por tanto, hacer un

primer tanteo utilizando datos teóricos y comprobar si éstos se corresponden con los de la obra para en caso de que no coincidan, realizar con estos últimos, un segundo tanteo y si es necesario, otros sucesivos.

De esta forma, el programa aborda un problema de gran cantidad de factores, muchos complejos, que no permiten analizarse por separado, logrando una evaluación conjunta de todos los datos, obteniéndose una solución bastante aproximada.

5. EJEMPLO

A modo de ilustración del trabajo, se ha ejecutado un ejemplo que se desarrolla a continuación:

En una hipotética obra pública ó explotación minera, tenemos un material en banco de 1.000.000 Tm. con una densidad de 1,7 Tm/m³.

Este material debe ser cargado y transportado a un punto de descarga distante 3 km. del lugar donde se realiza la carga.

El problema se resuelve sucesivamente por cinco equipos de carga y transporte distintos, pudiendo establecer comparación entre los rendimientos y costes de unos y otros.

El ordenador proporciona las características básicas de cada equipo de carga elegido, suponiéndose un factor de llenado de la pala de 0,9.

Análogamente se obtienen las características básicas del equipo de transporte elegido.

El tiempo de ciclo de cada equipo de transporte, se obtiene mediante la estimación de la distancia de recorrido, así como las de tiempo de colocación en el tajo, velocidad media y tiempo de descarga.

A continuación se expresan estas ejecuciones del programa en un cuadro resumen. Igualmente se adjunta un listado de ordenador de este ejemplo resuelto.

EQUIPO DE CARGA	2		2		2		2	
	N.º DE MAQUINAS	TIPO	Excavadora oru- gas retro 63 Tm	Excavadora oru- gas retro 24 Tm	Excavadora oru- gas retro 63 Tm	Excavadora oru- gas retro 24 Tm	Excavadora oru- gas retro 63 Tm	Excavadora oru- gas retro 24 Tm
EQUIPO DE TRANSPORTE	CARGADORA NEUMÁTICOS 381C.V.		3 m³	1,2 m³	3 m³	1,2 m³	3 m³	1,2 m³
	12	13	21	12	8	13	9	6
EQUIPO DE TRANSPORTE	CAPACIDAD CUCHARON		Camión bascul. 250 CV.	Camión bascul. 250 CV.	Dumper 457 CV.	Camión bascul. 250 CV.	Dumper 457 CV.	Dumper 457 CV.
	N.º DE MAQUINAS		22 Tm.	32				
CAPACIDAD CAJA		31,8 Tm.	22 Tm.	32				
COSTO HORARIO (ptas./hora)		86.800	84.000	44.800	47.800	64.200	69.600	35.800
DURACION DE LA OBRA (horas)		660	908	1.689	1.589	971	908	1.686
COSTO TOTAL (miles de pesetas)		57.312	76.253	75.688	75.935	63.326	63.181	60.345
MATCH FACTOR		0,99	1,01	0,94	1,02	0,94	1,05	0,94
PRODUCCION HORARIA (Tm./hora)		1.514,5	1.101,6	591,9	629,5	1.130,1	1.101,6	593,3
COSTE UNITARIO (Ptas/Tm)		57,31	60,45	75,69	75,94	62,33	63,18	60,34
								65,45

CUADRO RESUMEN



Francisco Ballester Muñoz

Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, Profesor de Ingeniería de la Construcción de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Santander y Director del Departamento de Transportes y Tecnología de Proyectos y Procesos de la Universidad de Cantabria.



Angel Peral San Emeterio

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos y trabaja en la Empresa Construcciones López-Pablo, S. A. de Santander.

LISTADO DE EJEMPLO RESUELTO

CARACTERISTICAS DE LA OBRA

EL MATERIAL A TRANSPORTAR ESTA SOBRE BANCO

PESO EN TONELADAS: 1000000

DENSIDAD MATERIAL SUELTO (TM/M3): 1.7

EQUIPO DE CARGA

-----PALA CARGADORA SOBRE NEUMATICOS

CODIGO	DEFINICION	POT(CV)	PESO(TM)	CAP(M3)	CTE(PTS/H)	T.CICL(S)
2312988.B	381	41	5.4	11000	39

FACTOR DE LLENADO DE LA PALA: .9

LA PRODUCCION TEORICA DE LA MAQUINA ES. 448.6 M3/H

NUMERO DE MAQUINAS EN OBRA 1

EQUIPO DE TRANSPORTE

-----DUMPER FUERA DE CARRETERA

CODIGO	DEFINICION	POT(CV)	PESO(TM)	CAP(M3)	CAP(TM)	CTE(PTS/H)
3200769.C	457	31	23.5	31.8	5400

NUMERO DE CUCHARONES POR CAMION: 3

TIEMPO DE COLOCACION DEL CAMION EN EL TAJO (SEG) 20

DISTANCIA A RECORRER (IDA Y VUELTA) (KM) 6

VELOCIDAD MEDIA DEL CAMION (KM/HORA) 40

TIEMPO DE DESCARGA DEL CAMION (SEG) 30

TIEMPO TOTAL EMPLEADO POR EL CAMION

EN LA CARGA, EN EL TRANSPORTE (IDA Y VUELTA)

Y EN LA DESCARGA (EN MINUTOS)= 11.8

SOLUCIONES A LA OBRA

APLICACION MEDIANTE ORDENADOR DEL FACTOR DE ACOPLAMIENTO EN CARGA Y TRANSPORTE

EL NUMERO DE CAMIONES QUE HACEN MINIMO
EL COSTE UNITARIO= 6

CARGA DORAS	CAMIO NES	CTE.HORAR TOT(PTS/H)	PRODUC (TM/H)	CTE.UNIT (PTS/TM)	MATCH FACT.	DURAC. OBRA(H)	CTE.TOT (PTS)
1	6	43400	757.3	57.31	0.99	1321.	57312450.

EL NUMERO DE CAMIONES QUE HACEN MAXIMA
LA PRODUCCION= 7

CARGA DORAS	CAMIO NES	CTE.HORAR TOT(PTS/H)	PRODUC (TM/H)	CTE.UNIT (PTS/TM)	MATCH FACT.	DURAC. OBRA(H)	CTE.TOT (PTS)
1	7	48800	762.6	63.99	1.16	1311.	63987730.

TABLA COMPARATIVA CON OTRAS SOLUCIONES

CARGA DORAS	CAMIO NES	CTE.HORAR TOT(PTS/H)	PRODUC (TM/H)	CTE.UNIT (PTS/TM)	MATCH FACT.	DURAC. OBRA(H)	CTE.TOT (PTS)
1	2	21800	252.4	86.36	0.33	3962.	86364830.
1	3	27200	378.6	71.84	0.50	2641.	71838640.
1	4	32600	504.8	64.58	0.66	1981.	64575540.
1	5	38000	631.0	60.22	0.83	1585.	60217680.
1	6	43400	757.3	57.31	0.99	1321.	57312450.
1	7	48800	762.6	63.99	1.16	1311.	63987730.
1	8	54200	762.6	71.07	1.32	1311.	71068350.
1	9	59600	762.6	78.15	1.49	1311.	78148950.
1	10	65000	762.6	85.23	1.65	1311.	85229560.

PROGRAMA DE ORDENADOR

```

100 REM
110 REM
120 REM
130 REM
140 DIM NCAM(2),CHT(2),PROD(2),CTEU(2)
150 OPEN "R",#1,"PAC2",37
160 FIELD #1,4 AS MOD1#,10 AS DEF1#,4 AS CV1#,3 AS P1#,4 AS MT1#,5 AS TT1#,5 AS
PH1#,2 AS T1#
170 FIELD #1,4 AS MOD2#,10 AS DEF2#,4 AS CV2#,3 AS P2#,4 AS MT2#,5 AS TT2#,5 AS
PH2#,2 AS T2#
180 OPEN "O",#2,"PAC3"
190 PRINT "PROGRAMA QUE ESTUDIA EL FACTOR DE ACOPLAMIENTO"
200 PRINT "ENTRE EL EQUIPO DE CARGA Y EL EQUIPO DE TRANSPORTE"
210 PRINT "PARA OBTENER EL MAXIMO RENDIMIENTO ENTRE EL COSTE"
220 PRINT "Y LA PRODUCCION EN UN MOVIMIENTO DE TIERRAS"
230 REM
240 REM LECTURA INTERACTIVA DE LAS CARACTERISTICAS DE LA OBRA
250 REM
260 PRINT
270 PRINT "CARACTERISTICAS DE LA OBRA"
272 PRINT #2," "
274 PRINT #2,"*****"
276 PRINT #2," "
278 PRINT #2,"CARACTERISTICAS DE LA OBRA"
280 PRINT "EL MATERIAL A TRANSPORTAR ESTA:"
290 PRINT "SOBRE BANCO.....0"
300 PRINT "SUELTO.....1"
310 INPUT IND
320 IF IND<>0 AND IND<>1 THEN GOTO 310
330 PRINT "EL VOLUMEN DE MATERIAL SE DEFINE:"
340 PRINT "EN TONELADAS.....0"
350 PRINT "EN METROS CUBICOS.....1"
360 INPUT INDI
370 IF INDI<>0 AND INDI<>1 THEN GOTO 360
380 IF INDI <> 0 THEN GOTO 430
390 PRINT "TECLEAR EL PESO EN TONELADAS DEL MATERIAL"
400 INPUT VTM
410 PRINT "TECLEAR DENSIDAD DEL MAT. SUELTO (TM/M3)"
420 INPUT DSTO
430 IF INDI<>1 THEN GOTO 600
440 IF IND<>0 THEN GOTO 530
450 PRINT "TECLEAR VOLUMEN MAT. SOBRE BANCO A EXCAVAR (M3)"
460 INPUT VBAN
470 PRINT "TECLEAR DENSIDAD SOBRE BANCO (TM/M3)"
480 INPUT DBAN
490 PRINT "TECLEAR DENSIDAD DE MATERIAL SUELTO (TM/M3)"
500 INPUT DSTO
510 REM CALCULO DEL NUMERO DE TONELADAS A TRANSPORTAR
520 VTM=VBAN*DBAN
530 IF IND<>1 THEN GOTO 600
540 PRINT "TECLEAR VOLUMEN DEL MATERIAL SUELTO (M3)"
550 INPUT VSTO
560 PRINT "TECLEAR DENSIDAD DEL MATERIAL SUELTO (TM/M3)"
570 INPUT DSTO
580 REM CALCULO DEL NUMERO DE TONELADAS A TRANSPORTAR

```



```

1120 PRINT "CODIGO DEFINICION POT(CV) PESO(TM) CAP(M3)";
1130 PRINT " CTE(PTS/H) T.CICL(S)"
1140 PRINT USING " #### \ \ ####   ##   ##.#   ####
    ##";MOD1;DEF1#;CV1;P1;MT1;PH1;T1
1150 REM
1160 REM MODIFICACION DE LOS DATOS DE LA CARGADORA (OPCIONAL)
1170 REM
1180 PRINT
1190 PRINT "SE VA A MODIFICAR ALGUN DATO (S/N)"
1200 INPUT RESP#
1210 IF RESP#="S" THEN GOTO 1230
1220 GOTO 1410
1230 PRINT "QUE DATO SE MODIFICARA"
1240 PRINT "CAPACIDAD(M3).....1"
1250 PRINT "COSTE HORARIO(PTS/H).....2"
1260 PRINT "TIEMPO DE CICLO(SEG).....3"
1270 INPUT IND
1280 IF IND<>1 THEN GOTO 1320
1290 PRINT "TECLEAR NUEVO VALOR DE LA CAPACIDAD (M3)"
1300 INPUT MT1
1310 GOTO 1390
1320 IF IND <>2 THEN GOTO 1360
1330 PRINT "TECLEAR NUEVO VALOR DEL COSTE HORARIO (PTS/H)"
1340 INPUT PH1
1350 GOTO 1390
1360 IF IND<>3 THEN GOTO 1390
1370 PRINT "TECLEAR NUEVO VALOR DEL CICLO (SEG)"
1380 INPUT T1
1390 REM REGRESA Y DA OPCION DE CORREGIR OTRO DATO
1400 GOTO 1100
1410 REM
1420 REM LECTURA INTERACTIVA DEL FACTOR DE LLENADO
1430 REM
1440 PRINT
1450 PRINT "TECLEAR FACTOR DE LLENADO DE LA PALA (ENTRE 0 Y 1)"
1460 INPUT FLL
1470 REM CONTROL DEL VALOR DEL FACTOR DE LLENADO
1480 IF FLL>1 OR FLL<0 THEN PRINT "HA DE SER UN VALOR ENTRE 0 Y 1 , REPETIR":GOT
O 1460
1490 REM
1500 REM CALCULO DE LA PRODUCCION DE UNA MAQUINA (M3/H)
1510 REM
1520 PCAR=MT1*FLL/T1*3600
1530 REM OPCION PARA MODIFICAR LA PRODUCCION TEORICA CALCULADA Y SUSTITUIRLA
1540 REM POR LA PRODUCCION HORARIA REAL DE LA CARGADORA OBSERVADA EN OBRA
1550 PRINT
1560 PRINT "LA PRODUCCION TEORICA DE LA MAQUINA ES:"
1570 PRINT USING "   ####.# M3/H";PCAR
1580 PRINT " SE QUIERE CAMBIAR ESTE DATO POR LA PRODUCCION"
1590 PRINT "HORARIA REAL DE LA MAQUINA EN OBRA (S/N)"
1600 INPUT RESP#
1610 IF RESP#<>"S" THEN GOTO 1640
1620 PRINT "TECLEAR PRODUCCION (M3 SUELTO / H)"
1630 INPUT PCAR
1640 REM
1650 REM LECTURA INTERACTIVA DEL NUMERO DE CARGADORAS

```

```

1660 REM
1670 PRINT
1680 PRINT "TECLEAR NUMERO DE MAQUINAS DE ESTE TIPO EN OBRA"
1690 INPUT NCAR
1700 REM
1710 REM CALCULO DE LA PRODUCCION DE TODAS LAS MAQUINAS (TM/H)
1720 REM
1730 PTCAR=PCAR*DSTO*NCAR
1740 REM
1750 REM PROCESO PARA DEFINIR EL TIPO DE CAMION
1760 REM
1770 PRINT
1780 PRINT "TECLEAR TIPO DE EQUIPO DE TRANSPORTE"
1790 PRINT "CAMION BASCULANTE.....311"
1800 PRINT "DUMPER FUERA DE CARRETERA.....320"
1810 PRINT "SEMI-REMOLQUE.....313"
1820 INPUT TIPO
1830 REM CONTROL DEL VALOR DEL TIPO DE CAMION
1840 IF TIPO<>311 AND TIPO<>320 AND TIPO <>313 THEN PRINT "ERROR EN LA ENTRADA ,
VOLVER A TECLEAR EL TIPO":GOTO 1820
1850 IF TIPO <>311 THEN GOTO 1890
1860 ETRAN$="CAMION BASCULANTE"
1870 NREG=51
1880 GOTO 1960
1890 IF TIPO <>320 THEN GOTO 1930
1900 ETRAN$="DUMPER FUERA DE CARRETERA"
1910 NREG=61
1920 GOTO 1960
1930 IF TIPO<>313 THEN GOTO 1960
1940 ETRAN$="SEMI-REMOLQUE"
1950 NREG=71
1960 PRINT
1970 PRINT TIPO;"      ";ETRAN$
1980 PRINT "CODIGO  DEFINICION  POT(CV)  CAP(TM)  CTE(PTS/H)"
1990 FOR I=NREG TO NREG+9
2000 GET #1,I
2010 PRINT USING " \ \ \ \ \ \ \ \ \ \";MOD2$;DEF2$;
CV2$;TT2$;PH2$
2020 NEXT I
2030 PRINT
2040 PRINT
2050 PRINT "      TECLEAR EL CODIGO DEL MODELO ELEGIDO"
2060 INPUT MOD2
2070 REM
2080 REM LECTURA EN EL FICHERO DE LOS DATOS DEL MODELO ELEGIDO
2090 REM
2100 I=NREG+MOD2-TIPO*10
2110 GET #1,I
2120 MOD2=VAL(MOD2$):CV2=VAL(CV2$):P2=VAL(P2$)
2130 MT2=VAL(MT2$):TT2=VAL(TT2$):PH2=VAL(PH2$):T2=VAL(T2$)
2140 PRINT "CARACTERISTICAS DEL CAMION ELEGIDO"
2150 PRINT "-----";ETRAN$
2160 PRINT "CODIGO  DEFINICION  POT(CV)  PESO(TM)  CAP(M3)":
2170 PRINT "  CAP(TM)  CTE(PTS/H)"
2180 PRINT USING " #### \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \";MOD2
;DEF2$;CV2$;P2$;MT2$;TT2$;PH2$

```

```

2190 REM
2200 REM MODIFICACION DE LOS DATOS DEL CAMION ELEGIDO (opcional)
2210 REM
2220 PRINT
2230 PRINT "OPCION PARA MODIFICAR LA CAPACIDAD EN TONELADAS DE "
2240 PRINT "UN CAMION PARA EL CASO DE QUE VIAJE POR CARRETERAS"
2250 PRINT
2260 PRINT " SE VA A MODIFICAR ALGUN DATO (S/N)"
2270 INPUT RESP#
2280 IF RESP#="S" THEN GOTO 2300
2290 GOTO 2480
2300 PRINT "QUE DATO SE MODIFICARA:"
2310 PRINT "CAPACIDAD (M3).....1"
2320 PRINT "CAPACIDAD (TM).....2"
2330 PRINT "COSTE HORARIO (PTS/HORA).....3"
2340 INPUT IND
2350 IF IND <> 1 THEN GOTO 2390
2360 PRINT "TECLEAR NUEVO VALOR DE LA CAPACIDAD (M3)"
2370 INPUT MT2
2380 GOTO 2460
2390 IF IND <> 2 THEN GOTO 2430
2400 PRINT "TECLEAR NUEVO VALOR DE LA CAPACIDAD (TM)"
2410 INPUT TT2
2420 GOTO 2460
2430 IF IND <> 3 THEN GOTO 2460
2440 PRINT "TECLEAR NUEVO VALOR DEL COSTE HORARIO (PTS/H)"
2450 INPUT PH2
2460 REM REGRESA Y DA OPCION DE CORREGIR OTRO DATO
2470 GOTO 2140
2480 REM
2490 REM CALCULO DEL NUMERO DE CUCHARONES POR CAMION
2500 REM
2510 NCUCH=INT(TT2/(DSTO*MT1*FLL))
2520 REM COMPROBACION DE QUE LA CANTIDAD DE MATERIAL
2530 REM NO EXCEDE EL VOLUMEN DEL CAMION
2540 IF MT2<NCUCH*MT1*FLL THEN TT2=DSTO*MT2:GOTO 2510
2550 REM
2560 REM LECTURA INTERACTIVA DEL CICLO DE UN CAMION
2570 REM
2580 PRINT
2590 PRINT "SE CONOCE DIRECTAMENTE EL TIEMPO DEL CICLO DE UN CAMION (S/N)"
2600 INPUT RESP#
2610 IF RESP#<>"S" THEN GOTO 2670
2620 PRINT "TECLEAR TIEMPO TOTAL EMPLEADO POR EL CAMION"
2630 PRINT "EN LA CARGA, EN EL TRANSPORTE (IDA Y VUELTA)"
2640 PRINT "Y EN LA DESCARGA (EN MINUTOS)"
2650 INPUT TTOT
2660 GOTO 2800
2670 PRINT "LECTURA INTERACTIVA DE LOS DATOS PARCIALES"
2680 PRINT "NECESARIOS PARA CALCULAR EL CICLO"
2690 PRINT
2700 PRINT "TECLEAR TIEMPO DE COLOCACION DEL CAMION EN EL TAJO (SEG)"
2710 INPUT TCOL
2720 PRINT "TECLEAR DISTANCIA A RECORRER (IDA Y VUELTA) (KM)"
2730 INPUT DIST
2740 PRINT "TECLEAR VELOCIDAD MEDIA DEL CAMION (KM/HORA)"

```

```

2750 INPUT VMED
2760 PRINT "TECLEAR TIEMPO DE DESCARGA DEL CAMION (SEG)"
2770 INPUT TDES
2780 REM CALCULO DEL TIEMPO TOTAL DEL CICLO DE UN CAMION
2790 TTOT=(TCOL+TDES+T1*NCUCH)/60+DIST/VMED*60
2800 REM
2810 REM CALCULO PRODUCCION HORARIA DE CADA CAMION (TM. TRANSPORTADAS/HORA)
2820 REM
2830 PTRAN=NCUCH*DSTO*MT1*FLL/TTOT*60
2840 REM
2850 REM CALCULO DEL NUMERO DE CAMIONES
2860 REM
2870 NCAM(1)=INT(PTCAR/PTRAN)
2880 NCAM(2)=NCAM(1)+1
2890 REM
2900 REM CALCULO Y ESCRITURA DEL RESTO DE RESULTADOS
2910 REM
2920 PRINT
2930 PRINT "*****"
2940 PRINT
2950 PRINT "                SOLUCIONES A LA OBRA"
2960 PRINT
2970 CHT(1)=NCAR*PH1+NCAM(1)*PH2
2980 CHT(2)=NCAR*PH1+NCAM(2)*PH2
2990 IF PTRAN<PTRAN*NCAM(1) THEN PROD(1)=PTCAR
3000 IF PTRAN*NCAM(1)<PTCAR THEN PROD(1)=PTRAN*NCAM(1)
3010 IF PTRAN<PTRAN*NCAM(2) THEN PROD(2)=PTCAR
3020 IF PTRAN*NCAM(2)<PTCAR THEN PROD(2)=PTRAN*NCAM(2)
3030 CTEU(1)=CHT(1)/PROD(1)
3040 CTEU(2)=CHT(2)/PROD(2)
3050 REM CALCULO DE LA SOLUCION DE MENOR COSTE
3060 IF CTEU(1)<=CTEU(2) THEN I=1 ELSE I=2
3070 MF=PTRAN*NCAM(I)/PTCAR
3080 TDUR=VTM/PROD(I)
3090 CTET=VTM*CTEU(I)
3100 PRINT "EL NUMERO DE CAMIONES QUE HACEN MINIMO"
3110 PRINT "EL COSTE UNITARIO= ";NCAM(I)
3120 PRINT
3130 PRINT "CARGA CAMIO CTE.HORAR  PRODUC  CTE.UNIT  MATCH  DURAC.  CTE.TOT"
3140 PRINT "DORAS  NES    TOT(PTS/H)  (TM/H)  (PTS/TM)  FACT.  OBRA(H)  (PTS)"
3150 PRINT USING "  ##    ##    #####    #####.#    ###.##    #.##    #####.    ###"
#####. ";NCAR;NCAM(I);CHT(I);PROD(I);CTEU(I);MF;TDUR;CTET
3160 PRINT
3170 PRINT "-----"
3180 PRINT
3190 REM
3200 REM CALCULO DE LA SOLUCION DE MAXIMA PRODUCCION
3210 REM
3220 IF PROD(1)>=PROD(2) THEN I=1 ELSE I=2
3230 MF=PTRAN*NCAM(I)/PTCAR
3240 TDUR=VTM/PROD(I)
3250 CTET=VTM*CTEU(I)
3260 PRINT "EL NUMERO DE CAMIONES QUE HACEN MAXIMA"
3270 PRINT "LA PRODUCCION= ";NCAM(I)
3280 PRINT

```