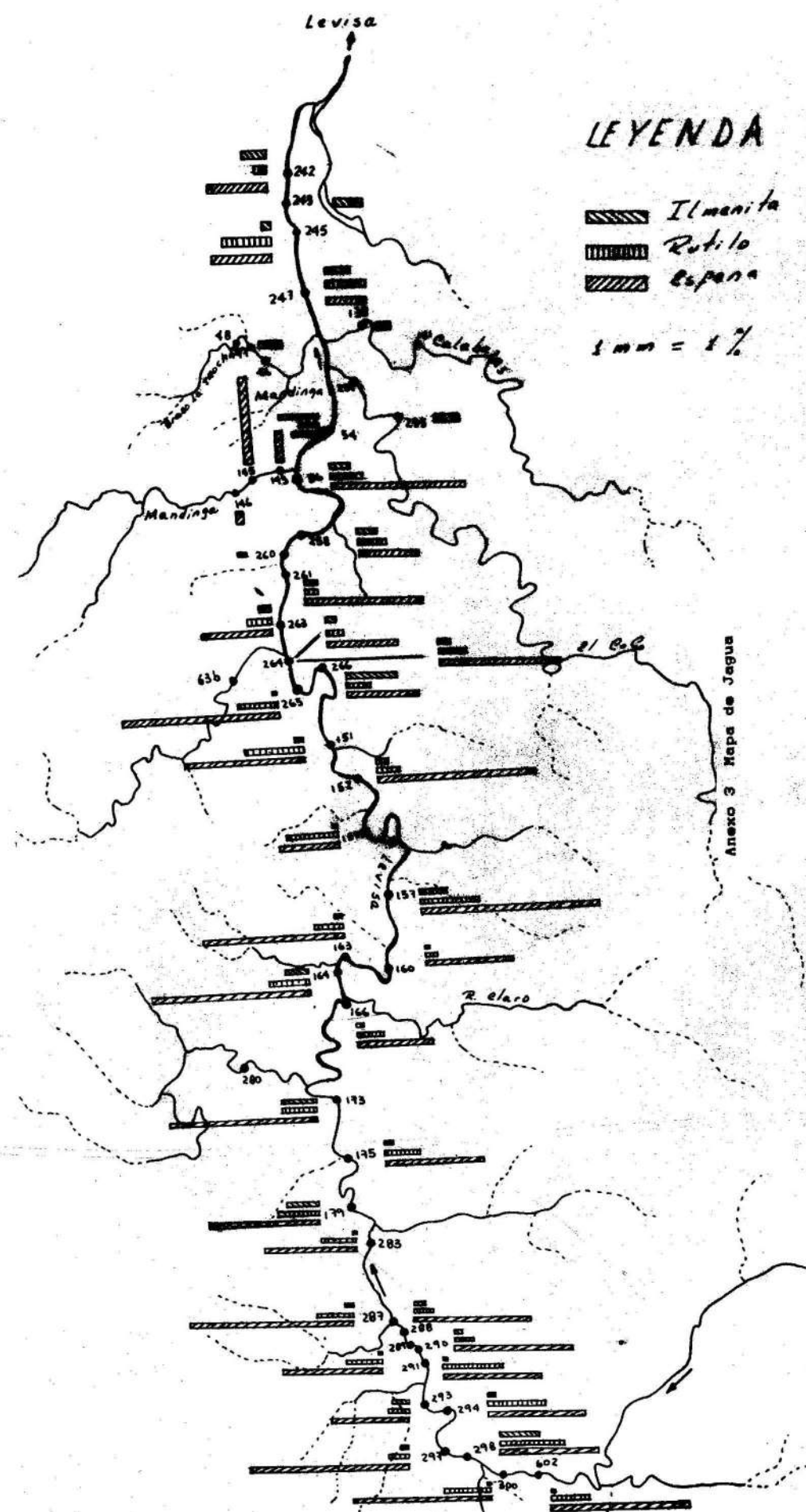


CDU: 553.31:553.48 (729.16)



ANALISIS EVALUATIVO DE LAS VARIANTES TECNICO-ECONOMICAS PARA LA MINERIA CONJUNTA DE LOS YACIMIENTOS FERRONIQUELIFEROS AL ESTE DEL RIO MOA

Ing. Alain Carballo Peña, Instituto Superior Minero Metalúrgico

Resumen

En esta primera parte del trabajo se determinaron en cada quinquenio las magnitudes del valor extraíble de níquel más cobalto a partir de una tonelada de mineral, así como los niveles promedios para las varianzas técnico económicas del anteproyecto de la minería conjunta Punta Gorda-Las Camariocas. Se estableció el potencial económico global de los yacimientos que serán asimilados por cada planta metalúrgica durante todo el período de su explotación. Finalmente se realizó un análisis evaluativo argumentándose y comprobándose la selección de la variante óptima para la minería conjunta de estos yacimientos, según los indicadores analizados.

ABSTRACT

In this part of the paper were determined, in each quinquennium, the magnitudes of the extractable values of Ni + Co, taking as a base one ton of mineral as well as the average levels for the technical-economical variants of the antiproject of the conjunct mining Punta Gorda-Las Camariocas. Was established the global economical potential of the deposits that will be assimilated by each metallurgy plant during its whole period of exploitation. Finally was realized an evaluating analysis arguing and verifying the selection of the optimum variants for the conjunct mining of these deposits, according to the parameters analyzed.

Como se conoce, el principal objetivo de los trabajos de prospección geológica es revelar nuevos yacimientos de minerales útiles que satisfagan en calidad y en la cantidad necesaria las demandas y necesidades de materia prima mineral en un período de tiempo dado. Sin embargo, los yacimientos revelados deben ser aprovechados según la secuencia racional que más favorezca a la economía nacional, tomándose en consideración para ello las condiciones naturales, técnicas, tecnológicas y económicas de explotación lo cual obligatoriamente tiene su reflejo en los diferentes indicadores técnico-económicos establecidos.

Por este motivo a la evaluación geológica económica le corresponde una función de dirección de los trabajos de prospección geológica a escala nacional, orientando las investigaciones hacia aquellas regiones que posean las manifestaciones y yacimientos de minerales útiles más перспекivos, y dentro de ellos determinar los más favorables para su aprovechamiento futuro.

En este sentido tiene una gran importancia el indicador valor extraíble de componente útil a partir de una tonelada de mineral, toda vez que su magnitud es función de parámetros, tanto cualitativos (contenido de componente útil) como cuantitativos (técnicos, tecnológicos y económicos).

No obstante sería imposible caracterizar un yacimiento concreto, basándose sólo en condiciones y criterios únicos debido al carácter necesariamente complejo del proceso de evaluación geológico-económico.

Por estos motivos la orientación y el objetivo fundamental de este trabajo consiste ante todo en complementar el estudio técnico económico contenido en el anteproyecto para la minería conjunta de los yacimientos que serán asimilados por las plantas de Punta Gorda y CAME I, así como continuar un amplio estudio sobre las particularidades evaluativas de

estos yacimientos, que permita obtener una metodología práctica, adecuada a los conceptos actuales sobre la valoración de las menas ferroniquelíferas cobálticas.

Concretamente en este trabajo se realiza un análisis acerca de la factibilidad de la selección de una de las cuatro variantes técnico-económicas propuestas en el anteproyecto para la minería conjunta de los yacimientos al este del río Moa, según los datos técnicos y de calidad contenidos en el mismo.

Con esta finalidad se determinarán en cada quinquenio las magnitudes del valor extraíble de níquel más cobalto a partir de una tonelada de mineral, así como los niveles promedio en cada variante técnico-económica para cada planta.

Para esto fueron utilizados los contenidos de níquel condicionado, que considera la valoración simultánea del cobalto presente en las menas ferroniquelíferas cobálticas. La fundamentación de este último aspecto, así como el procedimiento de cálculo empleado, está contenida en el artículo titulado "Acerca de la valoración integral de las menas ferroniquelíferas" [2, 8], el cual tiene un carácter estrictamente metodológico.

Para la resolución de la tarea planteada, fue elaborado un programa de computación, el cual se anexa al trabajo conjuntamente con el resumen analítico de los resultados obtenidos (tabla 1).

Para propiciar la interpretación y el análisis multilateral de estos resultados por variantes fueron definidos los siguientes criterios:

1. Utilizar como criterio de selección aquella variante en la que el valor extraído se comportará con la mayor similitud para cada planta, priorizando la representativa del valor promedio máximo en minería conjunta durante los primeros años de explotación.

2. Seleccionar aquella variante que reporte el mayor potencial económico global, y que al mismo tiempo considere la menor diferencia de cálculo de este indicador por planta.

3. Priorizar aquella variante en la cual los indicadores técnico-económicos se mantengan superiores al valor medio proyectado, el mayor tiempo posible.

Como se observa los tres criterios anteriores están destinados a realizar un análisis económico argumentado que prevea lograr complementariamente una eficiencia de producción lo más equilibrada posible en las condiciones previstas (utilización de igual tecnología, así como la obtención de productos finales análogos). A su vez, estos criterios condujeron implícitamente a considerar como criterios decisivos los dos primeros, ya que el tercero tiene un carácter extensivo y para CAME I un fundamento menos sólido, debido al bajo grado de estudio de los yacimientos a asimilar por dicha planta, en comparación con los que se destinan para la planta de Punta Gorda.

Comentarios de los conceptos e indicadores empleados

Valor medio extraíble

Es la magnitud en valores prevista a extraer por tonelada de mineral a procesar, según su calidad, la tecnología a emplear y la valoración del producto final del proceso.

Potencial económico por planta

Valor económico planificado del volumen de reservas industriales que serán asimiladas por cada planta. Representa el valor total de la producción en el plazo proyectado, según las condiciones minero-técnicas, tecnológicas y económicas vigentes en el momento del cálculo. La magnitud de este indicador puede variar en dependencia de la modificación de

las condiciones a las que está referido.

La diferencia del potencial por variante es utilizada como un parámetro adicional, para rechazar aquellas variantes que representen los mayores contrastes con relación a las posibilidades económicas de cálculo entre las plantas metalúrgicas analizadas, considerándose de esta manera el grado de la utilización balanceada de los yacimientos asignados por plantas en las condiciones equitativas de eficiencia y rentabilidad previstas.

Potencial económico global

Se emplea como criterio económico básico. Se calcula por la suma del potencial económico por planta, expresando comparativamente las variantes que alcanzan los mejores aprovechamientos de las reservas industriales sobre la base de combinación más racional de los diferentes yacimientos que se asimilarán por cada planta minero metalúrgica.

Interpretación y análisis de los resultados obtenidos

Como se observa en la tabla 1 el valor medio extraíble por planta difiere sustancialmente sólo en la variante 1 lo cual se explica por las desventajas de la minería independiente para la planta CAME I al asignarse yacimientos de menor calidad comparados con el sector central sobre la base de lo cual fue proyectada esta planta (ver figura 1).

Esto se expresa en los cálculos con una diferencia del potencial equivalente a 271,18 MMP en detrimento de la planta CAME I, lo que representa prácticamente el valor de la producción de dos años.

Con esta consideración es evidente la desventaja económica de esta variante, lo que la excluye totalmente del presente análisis.

Por otra parte, como las magnitudes del valor medio extraíble dependen únicamente de la calidad promedio

Breve resumen de las características de las variantes analizadas según el anteproyecto de minería conjunta

No. Variante	Descripción general
I	Minería independiente para cada planta metalúrgica. Tiene como desventaja fundamental que la planta CAME-I no fue proyectada según el mineral asignado por esta variante, sino con una muestra tecnológica del sector central.
II	Minería conjunta inicial durante 5 años a plena capacidad para CAME-I. Tiene varias ventajas como son: descenso gradual y lento de la ley de níquel con el tiempo, mejor aprovechamiento del equipamiento minero, plantilla de personal más reducida, menores gastos de combustible y materiales, lográndose además una mayor efectividad en la distancia de transportación.
III	Minería conjunta durante el mayor tiempo posible. Dentro de las ventajas se señala que al culminar el quinto quinquenio las reservas y sus contenidos tienden a elevarse, revelándose índices económicos favorables en la utilización de recursos materiales, humanos y financieros. Se destacan además desventajas técnicas en la transportación del mineral del yacimiento Moa Oriental para ambas plantas, así como problemas de rigidez en la minería y dificultades en la organización del trabajo en el tercer quinquenio.
subvariante III-A	Minería conjunta durante el mayor tiempo posible incluyendo Yagrumaje. Se proyecta con el objetivo de mejorar algunos índices técnico-económicos y de analizar la posibilidad de introducir a Yagrumaje en la minería conjunta, sin embargo, surgen grandes dificultades técnicas en la transportación y distribución del mineral de Moa Oriental y Camarioca Norte durante la minería conjunta.

de las reservas de minerales útiles, así como de sus volúmenes de extracción, previstos en cada período, que han sido distribuidos según diferentes esquemas de utilización, es lógico inferir que aquella variante que posea el mejor nivel de este indicador, debe corresponder con la que posea el mayor potencial económico total.

En este caso corresponde a la variante 2 (tabla 1 y figura 2).

Si se analiza la diferencia de un potencial económico por variante se aprecia claramente que tanto la variante 1 como la subvariante 3a resultan desechables al mostrar contrastes notables de este parámetro. Por este motivo, serán analizadas ulteriormente las variantes 2 y 3 para estudiar el comportamiento extensivo del valor medio extraíble por quinquenio fueron elaboradas las figuras 1, 2, 3 y 4 correspondientes a la distribución de este indicador en las cuatro variantes, apreciándose las siguientes consideraciones:

Variante I (V-I): Los valores extraíbles por la planta CAME I se comportan siempre por debajo de los calculados para la planta de Punta Gorda y a partir de los 11,7 años de su puesta en explotación, serán inferiores al valor medio establecido por esta variante.

Variante II (V-II): Se aprecian niveles de extracción elevados en ambas plantas, con ciertas ventajas para CAME I. Esto se logra a expensa de la minería conjunta, lo que permite estabilizar la magnitud de este indicador por encima del valor medio para esta variante, durante 21,4 años para la planta de Punta Gorda y durante 17,3 años por la planta CAME I. Si se comparan estos plazos con el valor medio extraíble para la V-III ($Zr = 50,31$), estos se incrementarán hasta los 23,5 y 18,8 años respectivamente.

Variante III (V-III): Aquí se obtienen valores extraíbles análogos para ambas plantas durante el primer quinquenio de la minería conjunta (2 quinquenio para P.G. y 1 para CAME I).

Posteriormente se aprecia una gradual disminución de este indicador para P.G. hasta el final del plazo proyectado, trabajando por debajo del valor promedio a partir de los 17,8 años de su puesta en funcionamiento, mientras que para CAME I esto se produce a los 17,6 años de su entrada en explotación.

Evidentemente el análisis extensivo también favorece a la V-II. Es necesario añadir que los resultados de la subvariante IIIA se incluyen debido a que son claramente apreciables en la figura 4, quedando establecidas las desventajas de la misma.

Por otra parte los yacimientos planificados a explotar por la planta CAME I durante los últimos quinquenios tienen en la actualidad un bajo grado de estudio, es de suponer que los resultados en este período y especialmente en el quinto quinquenio no deben considerarse como resultados definitivos.

Consecuentemente con lo anteriormente expuesto, se concluye que la mejor variante técnico-económica corresponde a la número 2 argumentándose en los hechos siguientes:

1. Excepto la variante II las restantes presentan la magnitud del valor medio extraíble por debajo del valor proyectado, al menos para una de las plantas.
2. De las tres variantes correspondientes a la minería conjunta (2, 3 y 3 A) la No. 2 es la que presenta la mayor magnitud del valor extraíble ($Zr - II = 80,84 \text{ \$/t}$).
3. El mayor potencial económico corresponde también a la variante 2 ($PE = 7\,747\,875\,800 \text{ \$}$).

4. Según la diferencia de cálculo de este indicador por planta, la variante 2 se presenta como una de las más favorables, lo que refleja una utilización adecuada de los yacimientos asignados para cada fábrica.

4. LEPIN, O. V. y J. ARIOSA I.: Búsqueda, exploración y evaluación geólogo-económica de yacimientos minerales sólidos. Primera Parte, La Habana, Editorial Pueblo y Educación, 1986.

5. TERNOVOI, V. I.: Fundamentos de la valoración geólogo-económica de los yacimientos minerales útiles. Moscú, Editorial Nedra, 1976.

REFERENCIAS

1. ARSKY, M.: Evaluación económica de los recursos minerales. Editorial I.M.L., Leningrado, 1984.
2. CARBALLO, P. A.: "Acerca de la valoración integral de las menas ferroniquelíferas", en Revista Minería y Geología. Vol. 3, No. 2, 1985.
3. LASZLO, S.: Determinación del potencial económico de los yacimientos de minerales útiles. C.N.F.G. Ciudad Habana, 1980.

Programa de Computación

```

10  CONSOLE 0,25,0,1: COLOR 4: CLS 3: ROLL 399
20  VIEW (1,1)-(638,398),0,2
30  CIRCLE(320,200),250,2,...,5
40  PAINT (320,200), 5,2
50  PAINT (3,1),1,2
60  COLOR 2
70  LOCATE 16,11:PRINT AKCNV$ ("NIQUEL PARA EL DESARROLLO")
80  LOCATE 16,12:PRINT AKCNV$ ("=====")
90  LOCATE 16,13:PRINT AKCNV$ ("      I . S . M . M      ")
100 FOR I=1 TO 9000:NEXT: CLS 3 :PAINT (10,10),5:LOCATE 10,6
110 PRINT "ESTABLECIMIENTO DE VARIANTES TECNICO ECONOMICA DE EXPLOTACION"
120 LOCATE 10,7 : PRINT "OPTIMA. (INDICE DEL VALOR TOTAL EXTRAIBLE) "
130 LOCATE 30,2: PRINT "ALAIN CARBALLO PENA"
140 LOCATE 45,30:PRINT "PARA CONTINUAR OPRIMA UNA TECLA":
    A$=INPUT$(1):ROLL 399: CLS 3 :COLOR 7
150 SRM=0: ZRM=0
160 INPUT "AREAS A TRATAR";L
170 FOR I=1 TO L
180 INPUT"DIGA EL QUINQUENIO";B$(I)
190 INPUT "DIGA EL AREA DEL YACIMIENTO"; RM(I)
210 INPUT"DIGA EL CONTENIDO DE NIQUEL (%)";CNI (I)
220 INPUT"DIGA EL CONTENIDO DE COBALTO (%)";CNO(I)
230 KTS=(13800*5.13)/(4600*18.8)
240 KTO=(13800*5.13)/(4600*18.8)
250 CCS(I)=CNI(I) + (KTS*CNO(I))
260 CCO(I)=CNI(I)+(KTO*CNO(I))
270 RS(I)=(CCO(I)*.89*18.8)/(76.7*100)

```

```

280 RO(I) = (CCO(I)*.89*18.8)/(76.7*100)
290 PS=4600 : PO=4025
300 ZRS(I)=RS(I)*PS
310 ZRO(I) =RO(I):*PO
320 ZRT(I) =ZRS(I)=ZRO=ZRO(I)
330 ZRM=ZRM+RM91)*ZRT(I)
340 SRM=SRM+RM(I)
350 VME=ZRM/SRM
360 NEXT
370 LPRINT CHR$(27);":":CHR$(24)
380 LPRINT SPC(15);"***CALCULO DEL VALOR TOTAL EXTRAIBLE POR

    QUINQUENIO***"
390 LPRINT CHR$(27);":":CHR$(20)
400 LPRINT STRING$(148,"-")
410 LPRINT ":":SPC(1);"QUIN";SPC(2);":":SPC(1);"R.Ind";SPC(4);":":SPC(1);
    "CNI(*)";
420 LPRINT SPC(2);":":SPC(1);"CCO(*)";SPC(2);":":SPC(1);"KTS";SPC(3);":":
430 LPRINT "KTO";SPC(3);":":SPC(1)"CCS";SPC(3);":":SPC(1) ;

440 LPRINT SPC(1)"Rend en S";SPC(3);":":SPC(1);"Rend en O";SPC(3);":":
    SPC(1);
450 LPRINT "Pr S";SPC(3);":":SPC(1);"Pr O";SPC(3);":":SPC(1);"Zr-S";
    SPC(4);":":
460 LPRINT SPC(1);"ZR-O";SPC(4);":":SPC(1);"ZR-T";SPC(4);":":
470 LPRINT STRING$(148,"-")
480 FOR I=1 TO L
490 LPRINT ":":SPC(1);USING "&&";B$(I);
500 LPRINT SPC(4);":":SPC(1);
510 LPRINT USING "#####";RM(I);
520 LPRINT SPC(1);":":SPC(1);USING "#.####";CNI(I);
530 LPRINT SPC(3);":":SPC(1);USING "#.####";CNO(I);
540 LPRINT SPC(3);":":SPC(1);USING "#.####";KTO;
550 LPRINT SPC(1);":":SPC(1);USING "#.####";KTO;
560 LPRINT SPC(1);":":SPC(1);USING "#.####";CCS(I);
570 LPRINT SPC(1);":":SPC(1);USING "#.####";CCO(I);
580 LPRINT SPC(1);":":SPC(1);USING "#####";RS(I);
590 LPRINT SPC(3);":":SPC(1);USING "#####";PS;
600 LPRINT SPC(3);":":SPC(1);USING "#####";PS;
610 LPRINT SPC(3);":":SPC(1);USING "#####";PO;
620 LPRINT SPC(3);":":PC(1);USING "###.####";ZRS(I);
630 LPRINT SPC(1);":":SPC(1);USING
640 LPRINT SPC(1);":":SPC(1);USING "###.####";ZRT(I);
650 LPRINT SPC(1);":":
660 LPRINT STRING$(148,"-")
670 NEXT
680 LPRINT : LPRINT :LPRINT "EL VALOR MEDIO EXTRAIBLE ES ";VME
690 LPRINT :LPRINT :LPRINT "NOTA"
700 FOR I=1 TO L
710 LPRINT B$(I),A$(I)
720 NEXT
730 END

```

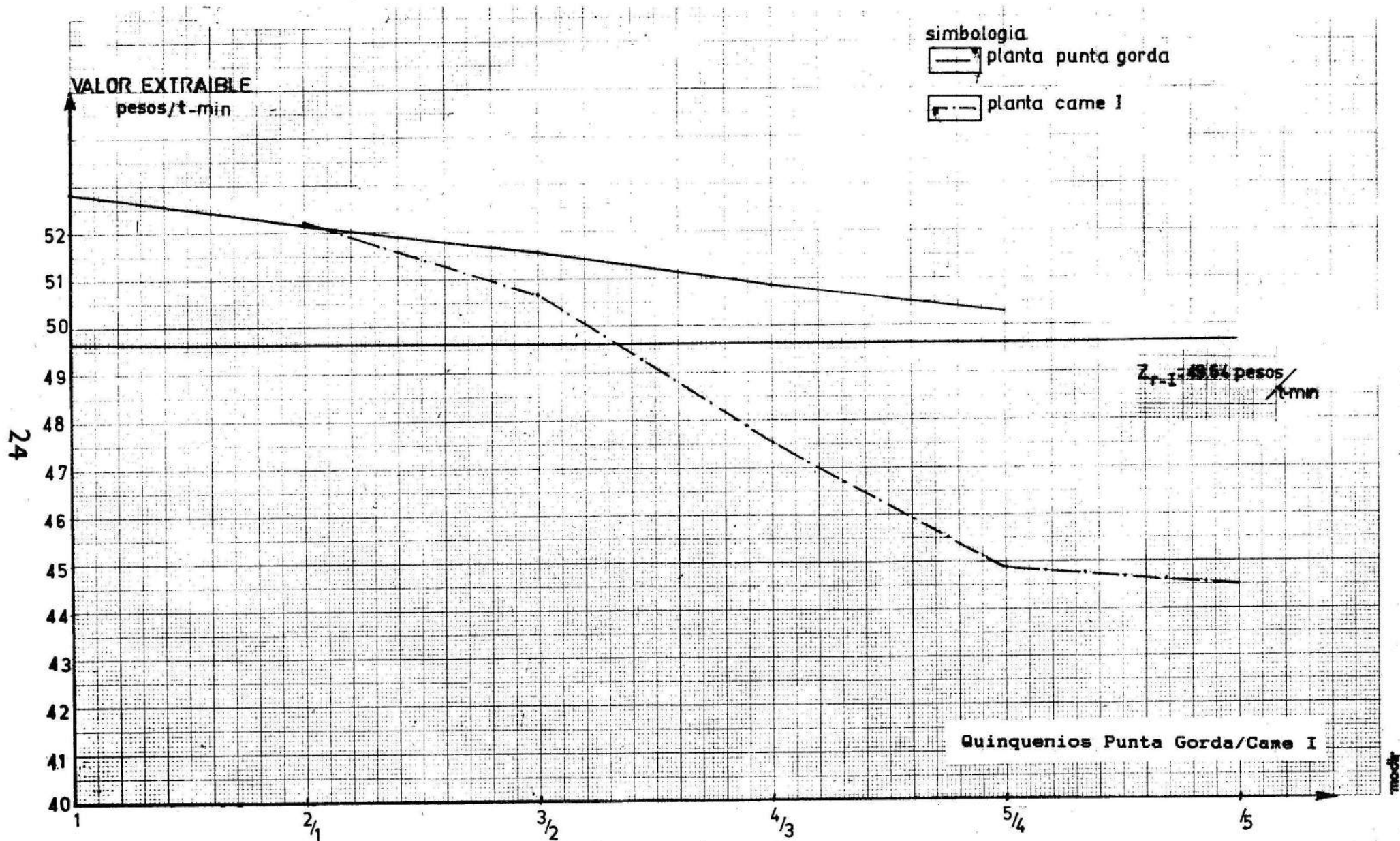


Gráfico 1 Variación del valor medio extraible por quinquenios
(Variante 1)

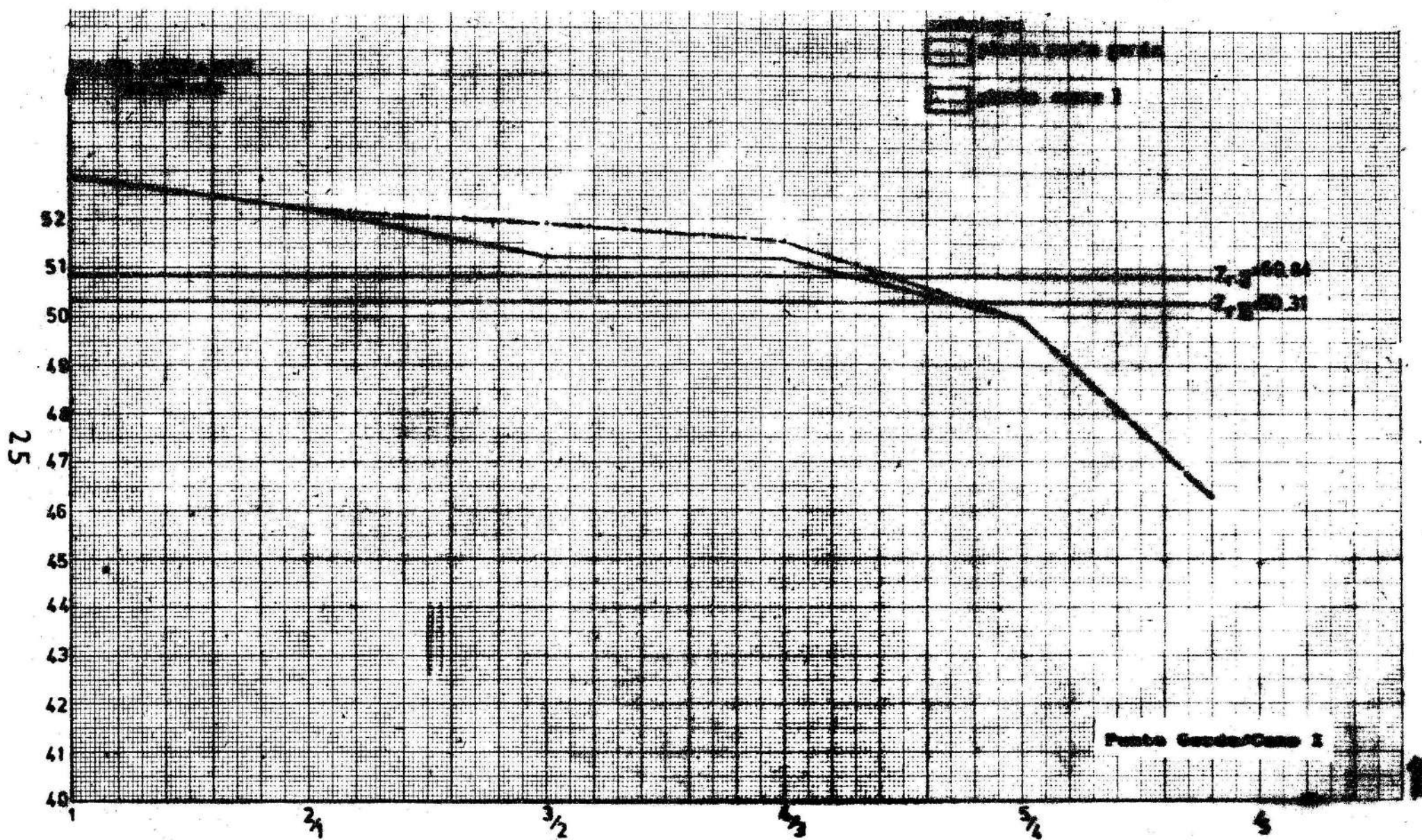


Gráfico 2 Variación del valor medio extraible por quinquenios
(Variante 2)

