

CDU: 622.063

DETERMINACION DE LA CANTIDAD DE CAMIONES REQUERIDOS EN LAS CONDICIONES DE PRODUCCION DE UNA MINA A CIELO ABIERTO

C.Dr. Oleg Vasilievich Shpansky, Instituto de Minas de Leningrado. Ing .
Ramón Polanco, Instituto Superior Minero Metalúrgico.

RESUMEN

Se expone un método perfeccionado para la determinación de la cantidad de camiones requerida, con ayuda de un nomograma.

El método propuesto, a diferencia de los existentes, permite determinar exactamente y en breve tiempo sin cálculos complejos la cantidad necesaria de camiones. Esto originará el aumento de la utilización técnica del camión y por ende el aumento de la efectividad del trabajo de la mina.

El nomograma también puede ser utilizado en la planificación perspectiva de los trabajos mineros, para determinar la posible distancia de transportación del mineral a partir de una cantidad limitada de camiones.

ABSTRACTS

A perfected method for determining the number of trucks required is presented, which is supported by a nomogram.

Unlike existing methods, the one suggested allows, in a short period of time and without complex calculations, to accurately determine the number of trucks required. This will bring about an increased technical utilization of trucks, and thus, an increase in the efficiency of mining.

The nomogram can also be used in the perspective planning of mining, in order to determine the probable distance of ore-transportation with a limited number of trucks.

La determinación correcta de la cantidad de camiones requerida para la transportación del volumen total de masa minera en una mina a cielo abierto, aumenta significativamente la operatividad económica de la misma. En este caso los equipos mineros tendrán un coeficiente de utilización elevado, mejorará el estado técnico de los camiones y el costo de producción del mineral útil disminuirá.

La determinación correcta de la cantidad de camiones se garantiza a partir de datos reales teniendo en cuenta las condiciones mineras: la situación de los camiones, la velocidad de traslación de los camiones por ellos y la organización del trabajo en los puntos de carga y descarga. Para la obtención de estos datos es necesario realizar una observación cronometrada del complejo carga-transporte a lo largo de varios turnos, es importante que el período de observación abarque las condiciones de trabajo de la mina, los turnos de trabajo (diurnos y nocturnos), los equipos de carga, etc.

Si los resultados de la observación son representativos; es decir, el trabajo de los camiones abarca todas las condiciones minero-geológicas de la mina con relación a los ascensos, esto es carga y vacío, y la cantidad de viajes es suficiente, se pueden considerar las velocidades medio-ponderadas de la traslación de los camiones con magnitudes constantes

durante todo el período de explotación de la mina.

Si la cantidad de equipos de carga es igual a la proyectada se pueden considerar constantes, también, el tiempo de carga y descarga de los camiones, el tiempo de espera y maniobra en los puntos de carga y descarga.

Es necesario señalar, sin embargo, que los índices medioponderados obtenidos constituyen la base para la determinación exacta de la cantidad de camiones. Estos exigen cálculos bastante voluminosos, que no siempre se pueden hacer en condiciones de producción lo que conlleva a que se pierda la operatividad necesaria en estos casos.

Por ello desde nuestro punto de vista en la producción se necesita un método gráfico para la determinación de la cantidad de camiones, que esté basado en la utilización de los índices medio-ponderados de trabajo de los equipos de carga-transporte.

Las consideraciones expuestas anteriormente se colocaron como base para determinar operativamente la cantidad de camiones para un turno o un día de trabajo. Como datos iniciales para su construcción sirvieron los resultados de las observaciones cronometradas del trabajo de los equipos de carga-transporte en las minas de Moa y Punta Gorda: valores medio-ponderados de los componentes del viaje del camión, distancia medio-ponderada de transportación y velocidad medio-ponderada de traslación.

Analicemos la construcción del nomograma: la duración del viaje del camión se expresa a través de la fórmula:

$$T_v = t_c + t_{rc} + t_{rv} + t_d + t_{mc} + t_{md}, \text{ min}$$

donde:

t_c - tiempo de carga del camión, min.

t_{rc} - tiempo de recorrido cargado, min.

t_{rv} - tiempo de recorrido vacío, min.

t_d - tiempo de descarga, min.

t_{mc} - tiempo de maniobras y espera de carga, min.

t_{md} - tiempo de maniobra y espera de descarga, min.

Los tiempos de recorrido cargado t_{rc} y recorrido vacío t_{rv} se pueden representar de la siguiente forma:

$$t_{rc} = \frac{60 L}{V_{rc}} \quad t_{rv} = \frac{60 L}{V_{rv}} \quad (2)$$

donde:

L - distancia de transportación, km.

V_{rc}, V_{rv} - Velocidad de traslación de los camiones cargados y vacíos respectivamente km/h.

Después de la sustitución de (2) en (1) y algunas transformaciones más, obtenemos una función del tipo $y = ax + b$.

$$T_v = 60 L \left(\frac{V_{rc} + V_{rv}}{V_{rc} \cdot V_{rv}} \right) + (t_c + t_d + t_{mc} + t_{md}) \quad (3)$$

En la expresión (3) el papel de variable independiente lo desempeña la distancia de transportación.

$$X = L$$

el coeficiente de la variable L será,

$$a = 60 \left(\frac{V_{rc} + V_{rv}}{V_{rc} \cdot V_{rv}} \right)$$

y la constante:

$$b = t_c + t_d + t_{mc} + t_{md}$$

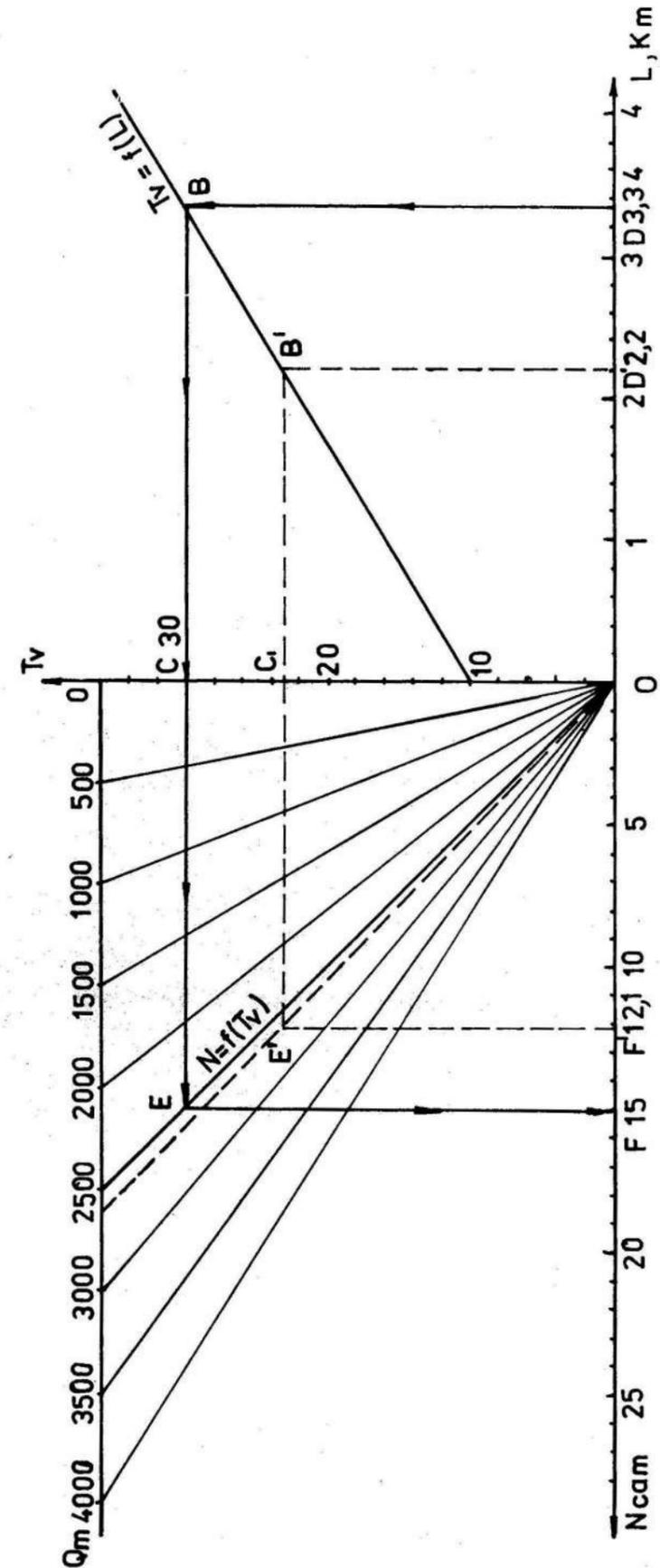
El gráfico de esta función en un sistema de coordenadas L, T_v , representa una semirecta que parte del eje de las coordenadas (eje de la duración del viaje T_v) en el punto A, (Fig. 1) que se encuentra a la distancia $(t_c + t_d + t_{mc} + t_{md})$ del origen de coordenadas, el cual corresponde a la abscisa $L = 0$.

De acuerdo con los datos de las observaciones en la mina Moa (excavadoras ESH - 6/45; camiones Belaz 540).

$$t_c + t_d + t_{mc} + t_{md} = 2 + 1 + 6 + 1 = 10 \text{ min}$$

Entonces el punto A en la Fig. 1 tiene las coordenadas A (0 ; 10)

Para la construcción de la recta es necesario un segundo punto, cuyas coordenadas se pueden obtener tomando la abscisa igual a la distancia medio-ponderada de transportación en el período de observación $L = 3,34$ Km. La ordenada correspondiente a este punto será el tiempo medio-ponderado de duración del viaje del camión en el período de observa



ción, $T_v = 30$ min, determinado por la fórmula 3. En la Fig. 1 el punto B (3,34; 30).

Al unir los puntos A y B, la recta obtenida corresponde a la función $T_v = f(L)$. La cotangente del ángulo "Q" de inclinación de esta recta, con relación a la abscisa, es la velocidad medio-ponderada de traslación de los camiones, es decir.

$$\text{Ctg} Q = \frac{V_{rv} + V_{rc}}{V_{rc} \cdot V_{rv}} \text{ Km/h (4)}$$

De esta forma se ha encontrado y representado gráficamente la interrelación que existe entre la duración del viaje del camión (T_v) y la distancia de transportación (L) es decir, queda construida la primera parte del nomograma.

A partir de este momento es necesario relacionar la distancia de transportación y la duración del viaje con la cantidad de camiones y la productividad de la mina.

La cantidad necesaria de camiones para cada equipo de carga se determina por la fórmula siguiente:

$$N = \frac{T_v}{t_c + t} \quad (5)$$

El tiempo (t) en la fórmula (5) es la diferencia entre el tiempo de cambio de los camiones (t_r) y el tiempo del ciclo de la excavadora (t_{ci}) es decir, $t = t_r - t_{ci}$, y se considera sólo cuando el tiempo de cambio es mayor que el tiempo del ciclo.

En la mina Moa el ciclo de la excavadora supera ampliamente el tiempo de cambio de los camiones, por esto

la magnitud (t) se puede desprejarse y la fórmula (5) toma su forma definitiva que corresponde a la expresión $y = ax$.

($x = T_v$) Variable: $a = \frac{T}{t_c}$ coeficiente de la variable.

$$N = T_v \cdot \frac{1}{t_c} \quad (6)$$

El gráfico de esta función, en el sistema de coordenadas (T_v, N) representa una recta que pasa por el origen de coordenadas. Para la construcción del gráfico se utiliza la fig. 1 para el eje N se toma la parte negativa del eje de las abscisas. El primer punto de la recta $N = f(T_v)$ como se dijo anteriormente, se encuentra en el origen de coordenadas.

El segundo punto se construye partiendo de la duración medio-ponderada del viaje y la cantidad correspondiente de camiones, determinada por la fórmula siguiente:

$$N = 30 \cdot \frac{1}{2} = 15 \text{ camiones}$$

Al unir el punto "O" (origen de coordenadas) con el punto E (30,15) obtenemos el gráfico de la función $N = f(T_v)$ para la productividad de una excavadora ESH-6/45 en la mina Moa $Q = 2500 \text{ m}^3/\text{t}$.

El gráfico construido es la continuación del nomograma, en esta etapa ya están interrelacionadas la distancia de transportación L , la duración del viaje T_v , y el número de camiones N .

La duración del viaje del camión T_v es el eslabón de enlace entre la distancia de transportación L y la

cantidad de camiones N : El punto B en el gráfico $T_v = f(L)$ y el punto E en el gráfico $N = f(T_v)$ tienen ordenada común e igual a la duración del viaje $T_v = 30$ min

La línea D B C E F (línea continua con las flechas Fig. 1) es la llave del nomograma, de acuerdo con la cual, a partir de la distancia de transportación dada, se puede determinar gráficamente la cantidad necesaria de camiones.

Cuando varía la distancia de transportación, varía también la duración del viaje del camión de acuerdo con la variación de los tiempos de recorrido vacío y cargados. Pero los tiempos de carga, descarga, maniobra de espera de carga y descarga y las velocidades de traslación quedan invariables, cosa que proporciona la invariabilidad de los gráficos $T_v = f(L)$ y $N = f(T_v)$, y su posible utilización para la determinación de la cantidad necesaria de camiones cuando varía la distancia de transportación, pero la productividad es constante.

Sin embargo, es necesario señalar que la productividad de una excavadora o de la mina en general puede variar ampliamente por lo que el nomograma debe considerar este factor.

La variación de la productividad de la mina se logra variando la cantidad de equipos de carga-transporte pero los índices medio-ponderados de cada equipo quedan invariables, (en primer lugar la velocidad de traslación de los camiones) de esta manera cuando varía la productividad, en el nomograma el gráfico de

la función $N = f(T_v)$ varía, no así el de la función $T_v = f(L)$.

Partiendo de estos antecedentes en el nomograma fue incluido el factor de las posibles variaciones de la productividad.

La cantidad necesaria de camiones para cualquier productividad N_1 puede ser determinada por la fórmula:

$$N_1 = N \cdot K \quad (7)$$

donde:

N - cantidad necesaria de camiones para un sólo equipo de carga.

K - cantidad necesaria de equipos de carga (ESH-6/45 en la mina Moa) para el cumplimiento de la productividad dada:

$$K = \frac{Q_{mt}}{Q_{et}}$$

donde:

Q_{mt} - productividad de la mina en un turno.

Q_{et} - productividad medio-ponderada de la excavadora en un turno m^3/t .

Después de la sustitución de (6) y (8) en (7) se obtiene:

$$N_1 = \frac{T_v}{t_c} \cdot \frac{Q_{mt}}{Q_{et}} \quad (9)$$

Con los valores medio-ponderados $T_v = 30$ min; $t_c = 2$ min y $Q_{et} = 2500 \text{ m}^3/\text{t}$ y utilizando la expresión (9) fueron construidas una serie de rectas de la función $N_1 = f(T_v)$ para diferentes valores de la pro-

ductividad de la mina Q_{mt} , variando por ejemplo cada 500 m^3 (ver fig.1). Después desde un punto en el eje de las ordenadas (eje Tv) situado por encima del máximo valor posible de duración del viaje, determinado por la distancia máxima permisible de transportación (para camiones BelAZ 540; 3-3,5 Km) trazamos una línea paralela a la parte negativa del eje de las abscisas.

Los puntos de intersección en esta serie de rectas, de la función $N_1 = f(T_v)$ con la línea trazada, forman la escala de productividades Q_m . La distancia entre los puntos es igual de acuerdo con la propiedad de proporcionalidad de la función $N_1 = f(T_v)$ y con la igualdad de los intervalos entre productividades tomadas para la construcción de las rectas.

De esta manera, ha sido encontrada y representada gráficamente la interrelación entre la productividad de la mina, la distancia de transportación, la duración del viaje y la cantidad de camiones, con esto termina la construcción del nomograma.

El nomograma construido es la base para la determinación de la cantidad necesaria de camiones en cada turno de trabajo, lo cual a su debido tiempo permite ejecutar los trabajos mineros, reparaciones y el mantenimiento de los camiones.

Para demostrar la utilización del nomograma en las condiciones de producción; suponemos que los trabajos de destape en la mina Moa se realizan con excavadora ESH-6/45,

camiones Belaz-540 y la productividad de la mina en un turno $Q_t = 2600 \text{ m}^3$. Se exige determinar la cantidad de camiones necesarios para el transporte de las rocas estériles a las escombreras.

El nomograma construido se puede utilizar para solucionar la tarea indicada debido a la semejanza que existe entre las propiedades físico-mecánicas de las rocas estériles el mineral laterítico en la mina Moa, y entre los equipos a utilizar. En esta misma base se apoya la utilización de los índices medio-ponderados del trabajo de carga-transporte del mineral para determinar la cantidad de camiones para el transporte de las rocas estériles.

Para resolver la tarea debe seguirse el siguiente orden:

Con ayuda de los planos mineros se determina la distancia desde cada excavadora hasta la escombrera, y a partir de ellas la distancia media de transportación de las rocas estériles. Si los volúmenes de trabajo de las excavadoras son diferentes, se determina la distancia medio-ponderada (por volumen) de transportación, supongamos que $L = 2,2 \text{ km}$.

En la escala de productividades Q_m (fig. 1) buscamos el punto M que corresponde a la productividad dada $Q_r = 2600 \text{ m}^3/\text{t}$ y se une con el origen de coordenadas, la recta obtenida MO es el gráfico de la función $N = f(T_v)$ con $Q_r = 2600 \text{ m}^3/\text{t}$.

Con el eje de la distancia de transportación OJ, del nomograma buscamos el punto D_1 que corresponde a la distancia $L = 2,2 \text{ Km}$, trazamos a partir de él una perpendicular hasta la intersección con el gráfico $T_v = f(L)$ en el punto B_1 . Este punto y los siguientes se hallarán en correspondencia con la llave del nomograma.

Del punto B_1 trazamos una línea paralela al eje de las abscisas hasta intersectar el eje de las coordenadas en el punto C_1 , esto nos da la duración del viaje con distancia de transportación $L = 2,2 \text{ Km}$.

Continuamos la recta $B_1 C_1$ hasta intersectar la recta MO en el punto E_1 .

Desde el punto E_1 trazamos la perpendicular hasta el eje ON y en el punto F_1 tenemos la cantidad de camiones necesarios $N_1 = 12,1$.

De esta manera queda elaborado un método gráfico para la determinación operativa de la cantidad de camiones en condiciones de producción.

El nomograma propuesto permite

Determinar rápido y exactamente, sin muchos cálculos, la cantidad de camiones, lo cual es importante para tomar decisiones operativas en un turno de trabajo.

Ajustar de forma más racional las reparaciones y el mantenimiento de los camiones, esto a su tiempo garantiza la efectividad del trabajo de la mina.

Determinar rápida y exactamente la cantidad de camiones en planes a largo plazo de minería, es decir, garantiza la elaboración de un plan de sólido de reparaciones correctas, medias y generales de los camiones.

Resolver el problema inverso: es decir, determinar la distancia de transportación permisible en una mina, teniendo una determinada cantidad de equipos de tipos por te.

En este caso, desde el punto en el eje ON (fig. 1) que corresponde a la cantidad de camiones, se traza la perpendicular hasta la lista de productividades $N = f(T_v)$.

A partir de este punto de intersección se traza una línea paralela al eje de las abscisas hasta intersectar la recta $T_c = f(L)$, de esta manera a la vez bajamos la perpendicular hasta el eje OL y obtenemos la distancia permisible de transportación.

A esta distancia se sitúan los equipos de carga en la mina, la se dividen de forma tal que la distancia de transportación media ponderada sea igual a la distancia permisible (a las excavadoras cercanas se le dan grandes volúmenes, a las más alejadas, pequeños volúmenes).

Es posible que durante la explotación de la observación cronológica cada tenga lugar una diferencia significativa en los índices de trabajo de los camiones en los turnos diurnos y nocturnos (por falta de

iluminación, etc), entonces es necesario construir nomogramas separados para las condiciones diurnas y nocturnas.

En conclusión podemos señalar que el nomograma debe renovarse periódicamente, en primer lugar considerando el progreso técnico, ya que como demuestra la experiencia, la

productividad de los equipos aumenta en 3-4 % cada año y en segundo lugar por causas de cambios en las condiciones de trabajo del complejo de carga-transporte, (variación en la organización del trabajo, cambio de equipos, condiciones minero geológicas, etc).

CDU: 622.778

ESTUDIO SOBRE LA UTILIZACION SIDERURGICA DE LA MENA

MAGNETITICA DEL SECTOR CONCORDIA

C.Dr. Ing. Luis L. García Sánchez, CIME. Ing. Tania Rodríguez Fernández, CIPI. C.Dr. Ing. Widodo Suwardjo, CIME.

OXIDO DE NIQUEL GRANULAR

Para la producción de aceros inoxidables en hornos de arco eléctrico, se recomienda adicionar el óxido de níquel granular, colocándolo en el medio de la carga fría, junto con la adición del ferrocromo alto carbono y sobre la chatarra ligera.

Se reduce a níquel metálico, durante la fusión de la carga, incorporándose totalmente a la solución.

Este producto se encuentra libre de impurezas perjudiciales como arsénico, plomo, estaño, bismuto, antimonio, etc.

Su contenido de oxígeno ofrece ventajas tecnológicas importantes como:

Reducción del tiempo de fusión.

Disminución del consumo de energía eléctrica durante la fusión.

Aumento de la temperatura del baño durante la fusión.

Promoción de la ebullición del baño.

Descarburación del metal, lo que permite una mayor utilización del ferrocromo alto carbono, de bajo costo, en la carga.

GRANULAR NICKEL OXIDE

When producing stainless steel in electric arc furnaces it is recommended to place CUBANIQUEL GRANULAR NICKEL OXIDE along with the high-carbon ferrochromium in the middle of the cold charge on top of the light scrap.

Is reduced to metallic nickel during meltdown, passing completely into solution.

It is free from such harmful impurities as Arsenic, Lead, Tin, Bismuth, Antimony, etc.

Its Oxygen content offers important technological advantages, including:

Shortening meltdown time.

Lowering energy consumption during meltdown.

Increase bath temperature during meltdown.

Promotion bath boil.

Carbon scavenging allowing in turn greater use of low-cost, high-carbon ferrochromium in the initial charge.

Somewhat smaller requirements of oxygen during the blowdown stage.

RESUMEN

ABSTRACT

Con vistas a su utilización en la producción de aglomerados (sinter o pellets), se estudia el beneficio de la mena magnetítica del sector "Concordia" del yacimiento Hierro Santiago. Se dan las características principales de la muestra tecnológica, la composición química y granulométrica de los concentrados de hierro obtenidos.

El esquema de beneficio recomendado, que incluye separación magnética seca y húmeda permite obtener un concentrado de 64,9 % Fe con una extracción del hierro del 90,1%. Las características químicas y granulométricas lo hacen factible para la producción de sinter metalúrgico para su carga al alto horno.

Mediante la molienda y separación magnética de este concentrado se obtuvo un superconcentrado de 69,9 % Fe, el que por sus características metalúrgicas se puede emplear en la producción de pellets metalizados por la vía de la reducción directa para su posterior carga en hornos de arco eléctrico.

Se brinda una evaluación técnico económica sobre el posible empleo de estos aglomerados en la industria siderúrgica nacional.

Beneficiation of the magnetitic ore from the "Concordia" sector of the Santiago iron deposit is being considered for use in the production of agglomerates (sinter or pellets).

Main features of the technological sample, as well as, the chemical and granulometric composition of the iron concentrates obtained are also given.

The recommended beneficiation-plan, which includes dry and wet magnetic separation, allows to obtain a 64,9 % Fe concentrate, with a 90,1 % of iron extraction. The chemical and granulometric features of this concentrate make it suitable for the production of metallurgical sinter to be fed into the blast furnace.

Through magnetic grinding and separation of this concentrate, it was obtained a 69,9 % superconcentrate, which, by its metallurgical characteristics, can be used in the production of metalized pellets via Direct Reduction for its later feeding into Electric-Arc Furnaces.

Last but not least, it is given a technical and economical evaluation of the possible use of these agglomerates in the national siderurgical industry.

OXIDO DE NIQUEL GRANULAR GRANULAR NICKEL OXIDE

GUARANTEED ANALYSIS AS PER NC 44-04 ANALISIS GARANTIZADO SEGUN NC 44-04

ELEMENT ELEMENTO

Ni
Co
Fe
S
C
Cu

76,00 Min
1,30 Max
0,70 Max
0,03 Max
—
—

TYPICAL ANALYSIS ANALISIS TIPICO

77,00
0,90
0,30
0,02
0,015
0,02

