

TRANSPORTE DE CARGAS AUXILIARES EN LA CANTERA SIBONEY

Ing. Juan Ventura Rams Veranes

Centro Técnico de Desarrollo de los Materiales de la Construcción. Santiago de Cuba

MINERIA y GEOLOGIA

**ACEPTAMOS CANJE EN GENERAL
WE ACCEPT EXCHANGE IN GENERAL**

DIRIGIR LA CORRESPONDENCIA A:
PLEASE ADDRESS CORRESPONDENCE:

INSTITUTO SUPERIOR MINERO METALÚRGICO
CENTRO DE INFORMACIÓN CIENTÍFICO-TÉCNICA
LAS COLORADAS, MOA, HOLGUÍN

RESUMEN:

En este trabajo se expone la solución al problema del transporte de las cargas auxiliares a bancos de difícil acceso en la cantera Siboney de Santiago de Cuba de una forma económica y eficaz, utilizando los recursos propios de la cantera.

La cantera Siboney de la industria de materiales de Santiago de Cuba dista 16 km de la ciudad. El yacimiento está formado por calizas organógeno-sedimentarias de origen marino y está distribuido en tres terrazas. La primera, que conforma la línea de la costa, tiene una cota media de +5 m referida al nivel medio del mar; la segunda, separada de la primera a una distancia que oscila entre los 30 y 100 m, con cotas entre +25 y +30 m como promedio, es la terraza que se explota. La tercera y última se encuentra a 30 ó 40 m de la segunda, aunque en algunos tramos se unen. Sus cotas están entre los 90 y 100 m.

La cantera abastece dos plantas pequeñas productoras de áridos para la construcción. Estos áridos son muy apreciados en revestimientos y elaboración de elementos de paredes y pisos, por su alta calidad.

En las canteras el peso fundamental del transporte lo tiene, el traslado de la masa minera desde el frente hasta la planta de preparación mecánica y las escombreras. Existe también otro transporte en sentido contrario desde los almacenes y polvorines, hasta el frente de un volumen mucho menor, pero sin el cual no pueden realizarse los trabajos de arranque de las rocas. Aquí se transporta combustible, lubricantes, neumáticos, baterías, aditamentos de perforación, explosivos y medios de explosión, cuando se laborean rocas duras.

Lo adecuado es contar con vías de acceso idóneas que lleguen hasta el lugar donde se necesitan estos suministros. No obstante, existen factores económicos y técnicos que en ocasiones impiden contar con estas vías. En estos casos para solucionar el problema se recurre a formas de transporte alternativas.

Como las calizas afloran y la yacencia es bastante horizontal, el trabajo de destape no es necesario. Los trabajos preparatorios consisten en la eliminación de algunos arbustos de forma manual y la colocación de carretillas perforadoras con el fin de horadar los barrenos.

La altura del escalón oscila entre 20 y 25 m con un parámetro natural vertical. El acceso a la segunda terraza constituye una dificultad en el traslado de los medios auxiliares para la producción de rajón, por lo que se analizaron cuatro variantes con el objetivo de seleccionar la mejor forma de acceso a la terraza.

ABSTRACT:

In this work exposed is the solution to the auxiliary loads transportation problem toward hard access places of Siboney quarry in Santiago de Cuba using an economic and effective way.

1. *Camino de acceso al nivel superior del escalón:* esta variante tiene las ventajas de que no necesita operar ningún mecanismo para tener libre acceso al frente, es más seguro y se traslada la carga de una sola vez y con mayor rapidez. No obstante, su inversión inicial es muy elevada por el movimiento de tierra que implica, hay que construir varias vías para el laboreo total del yacimiento, el plazo de amortización es muy prolongado al tener poca frecuencia de uso en el tiempo y se paraliza la producción si se emplean los propios recursos de la cantera para realizarlo.
2. *Elevador de torre de 30 m:* las ventajas de esta variante son la facilidad en la ascensión de los explosivos y medios de explosión, así como otros materiales, realizándose una inversión menor que en la variante anterior, además tiene en desventaja la necesidad de desmontaje cada vez que se va a efectuar la voladura.
3. *Empleo de grúa de pluma (boom) mayor de 30 m:* con ello la carga se efectúa con mayor rapidez y una vez concluida ésta se retira con prontitud. Entre sus principales desventajas están la inversión inicial elevada, ya sea en caso de compra o de alquiler, y la subutilización cuando no se necesite cargar.
4. *Construcción de un funicular sencillo:* en esta variante la inversión inicial es muy baja empleando el mismo tipo de cable que usa el equipo de carga, está disponible en todo momento, se retira con rapidez de la zona de voladura, los costos de mantenimiento son bajos, su construcción es rápida y se ejecuta y acciona con los propios recursos de la cantera. La única desventaja que tiene es que la carga se efectúa más lentamente que en las variantes descritas anteriormente.

Al evaluar cada una de estas variantes y compararlas entre sí, se opta por la más económica, rápida y fácil de realizar, es decir, la construcción de un funicular sencillo accionado con el propio equipamiento de la cantera.

Descripción del funicular

Un cable de sustentación de 25 mm fijo en uno de sus extremos en el paramento de la tercera te-

rza se sujeta a una gran roca o en una caverna. Se utiliza el mismo tipo de cable que usa el equipo de carga para la elevación del cucharón. El otro extremo se fija en el momento de utilizar el funicular a la parte trasera de un bulldozer (ver Figuras 1 y 2). Un cable de tracción de 12,5 mm (el que utiliza la excavadora NO-BAS UB-1212 para la apertura del cubo) se sujeta a un

patín (Figura 3) que pasa por una roldana (Figura 4) que es fijado a su vez en las proximidades del cable de sustentación y su otro extremo se asegura a un camión del tipo de los que se emplean en el transporte de las rocas desde el frente de cantera hasta la planta de preparación mecánica. Del gancho del patín se cuelga la jaula con los explosivos (Figuras 5 y 6).

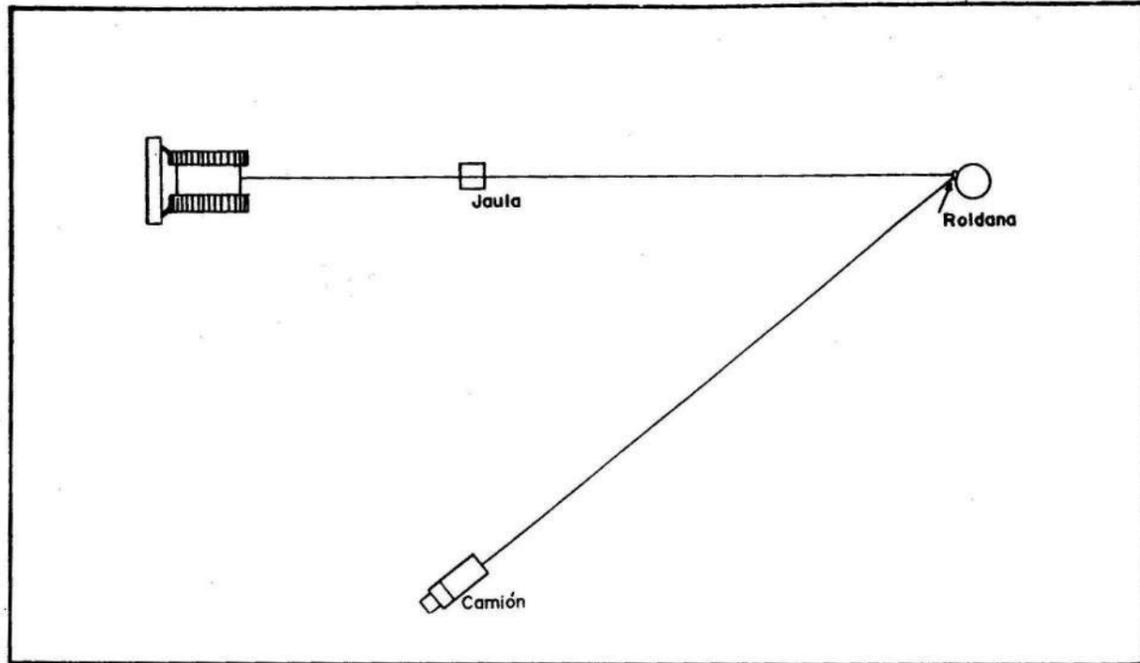


FIGURA 1. Esquema de ascenso de explosivos por funicular (vista en planta).

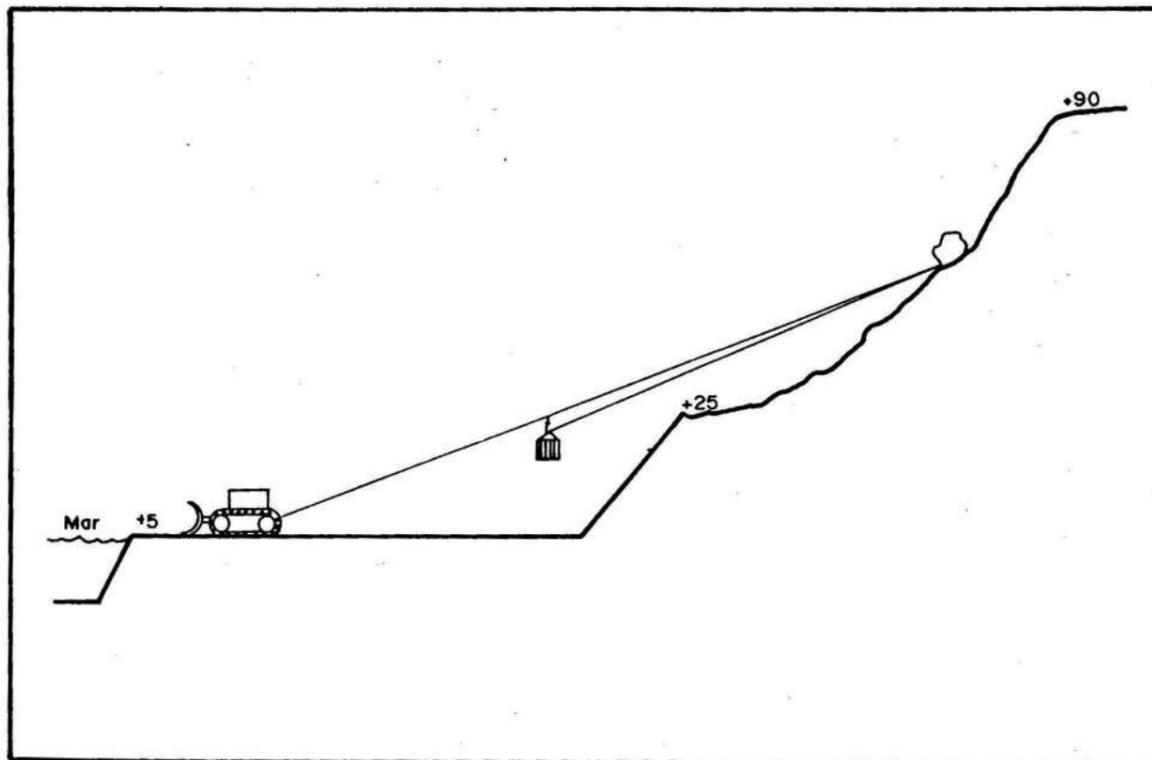


FIGURA 2. Esquema de ascenso de explosivos por funicular (vista de perfil).

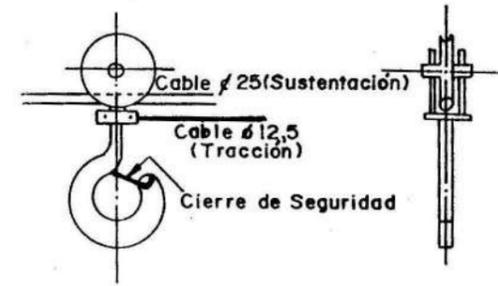


FIGURA 3. Esquema del patín.

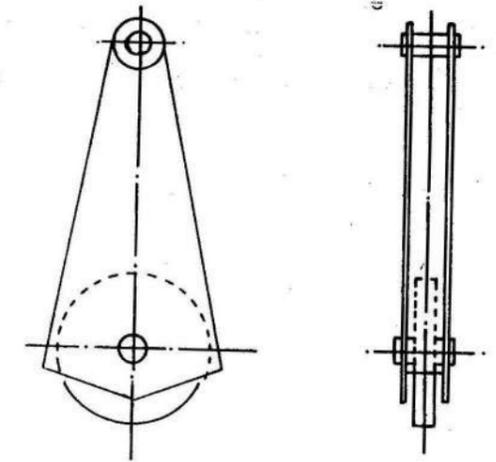


FIGURA 4. Esquema de la roldana del cable de ϕ 12,5.

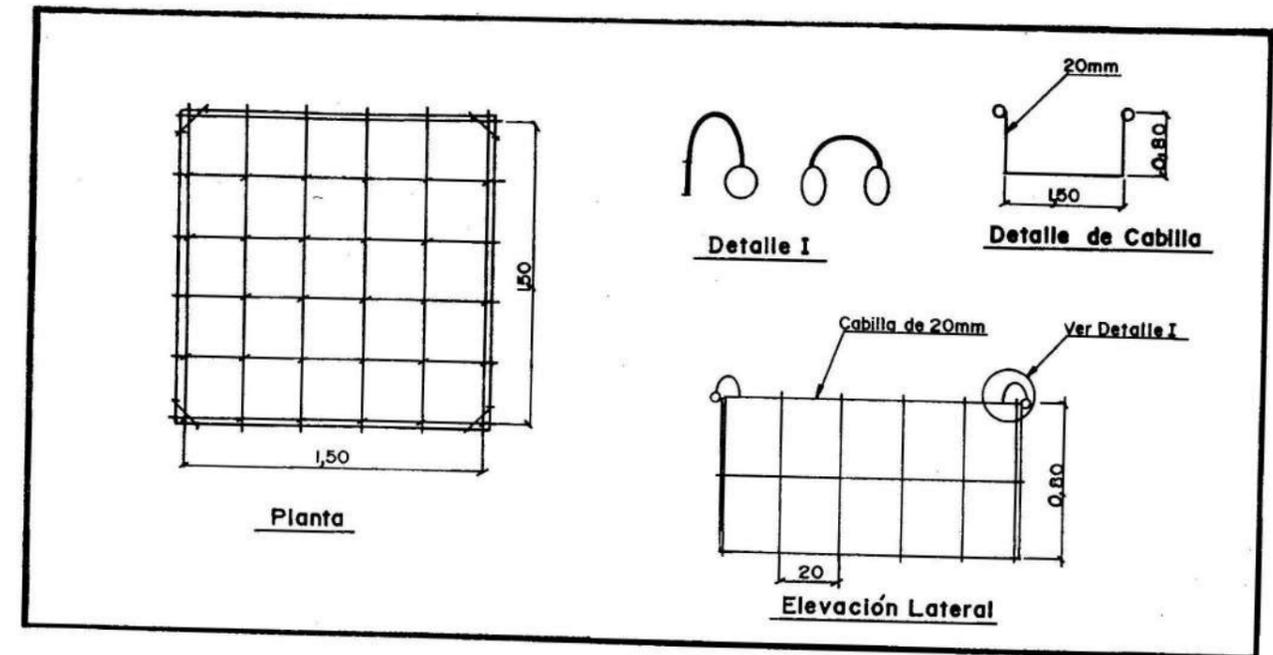


FIGURA 5. Jaula para cargar explosivos.

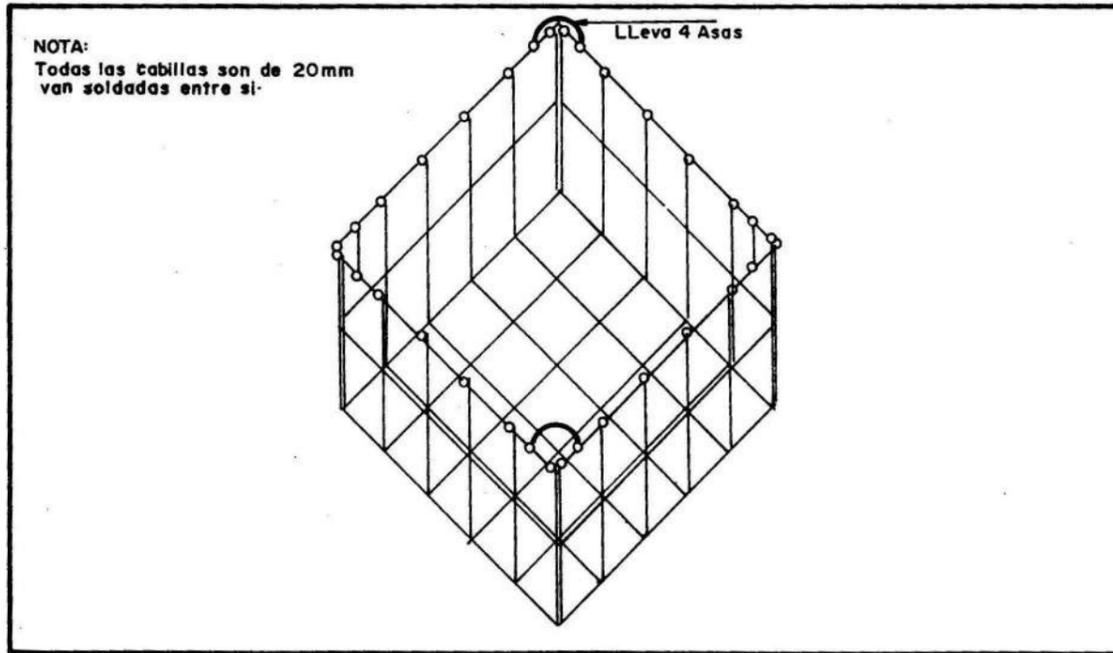


FIGURA 6. Isométrico de la jaula para cargar explosivos.

Una vez realizadas estas operaciones el bulldozer, tracciona el cable de sustentación, el camión avanza y la jaula asciende suave y rápidamente hacia el techo del escalón. Cuando la jaula alcanza la altura requerida, el camión se detiene y el bulldozer deja de tensionar el cable de sustentación, descansando la jaula en el lugar requerido para ser descargada. Luego el bulldozer tracciona nuevamente el cable y el camión retrocede para que la jaula descienda. De igual forma se transporta el resto de la carga.

Cálculo de cables y gancho

Cálculo del cable de sustentación

Frecuentemente, la flecha del cable es pequeña con respecto a su luz, y la longitud de la curva AB se diferencia muy poco de la cuerda AB correspondiente. Cuando esta diferencia es menor de un 10 % se puede suponer, con bastante precisión, que el peso del cable está uniformemente distribuido en la proyección del mismo sobre el eje horizontal y no a lo largo de la curva que describe (ver Figura 7).

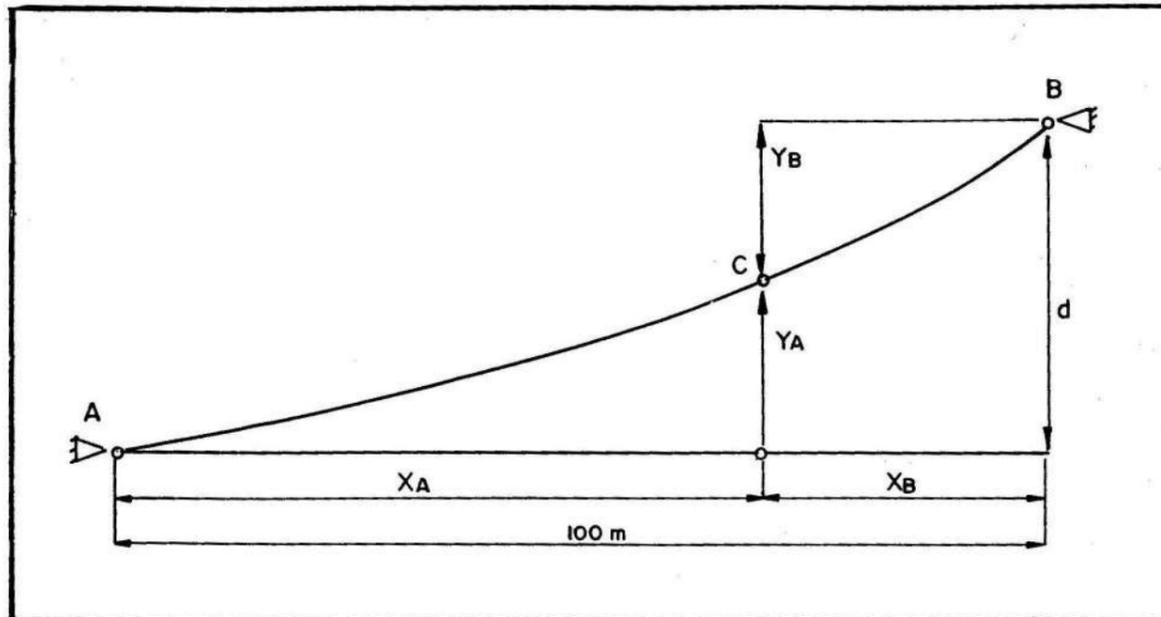


FIGURA 7. Esquema de cálculo.

a) Cálculo de Y:

$$Y_b = d - Y_a$$

Para valores de $d=36$ m y $Y=24$ m se obtuvo un valor de 12 m para Y_b .

b) Cálculo de la fuerza de tracción T_o en el punto C:

$$Y_a = \frac{qX_a^2 + pX_a}{2T_o}$$

donde:

q : peso del cable por metro ($q=25,6$ N/m);
 p : peso de la jaula y su carga ($p=10\ 750$ N).

Despejando T_o y sustituyendo los valores se obtuvo un valor de $T_o = 18,29$ kN.

c) Cálculo de la fuerza de tracción máxima del cable ($T_{máx}$):

$$T_{máx} = T_o^2 + (qX_a)^2 + p^2 = 21,291 \text{ kN}$$

d) Cálculo de la tensión normal máxima estática (σ_{est}):

$$\sigma_{est} = \frac{T_{máx}}{A}$$

donde:

A: sección transversal del cable (224 mm²).

El valor obtenido de tensión normal máxima estática fue de 95,05 MPa.

e) Cálculo del coeficiente dinámico (K_{din}):

$$K_{din} = 1 + a/g$$

donde:

a: aceleración del camión a una velocidad de 10 km/h (2,77 m/s);

g: aceleración de la gravedad (9,81 m/s²).

El valor de este coeficiente fue de 1,28.

f) Cálculo de la tensión dinámica (σ_{din}):

$$\sigma_{din} = \sigma_{est} \cdot K_{din} = 121,66 \text{ MPa}$$

g) Comprobación de la resistencia:

$$\sigma_{din} \leq |\sigma|$$

$$121,66 < 140 \text{ MPa}$$

Cálculo del cable de tracción

El esquema de cálculo del cable de tracción puede apreciarse en la Figura 8. La carga del cable de arrastre está compuesta por el peso de la jaula con su carga, más el peso del cable, siendo su valor, en este caso, 11 410 N.

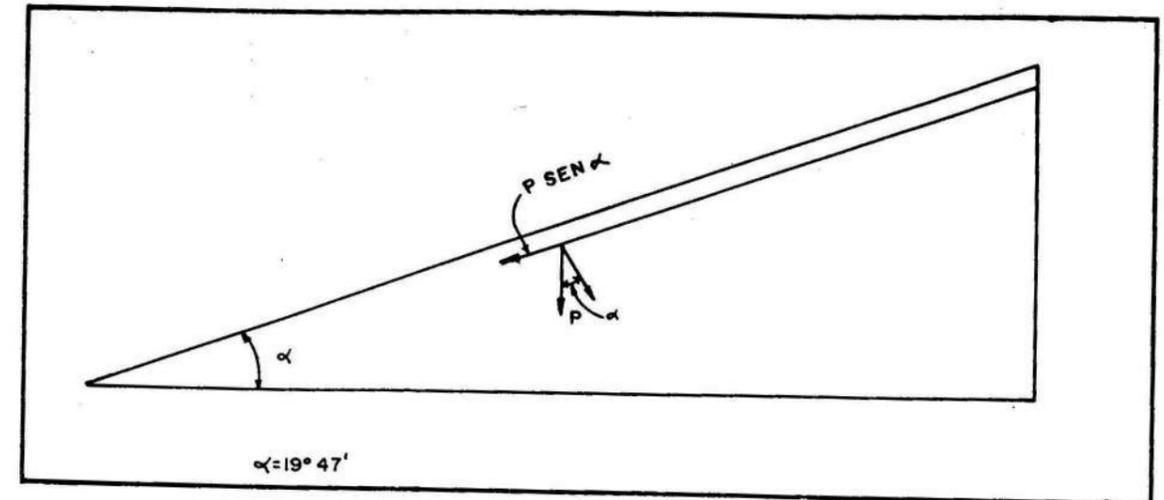


FIGURA 8. Esquema de cálculo.

a) Cálculo de la tensión dinámica del cable (σ_{din}).

Para un cable con un área de la sección transversal igual a 60 mm² y un coeficiente dinámico igual a 1,28 la tensión dinámica resultó 82,52 MPa.

b) Comprobación de la resistencia:

$$\sigma_{din} \leq |\sigma|$$

$$82,52 < 140 \text{ MPa}$$

Cálculo del gancho

En la Figura 9 aparece el esquema de cálculo del gancho.

a) Cálculo de las tensiones:

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M}{A \rho_o} \left[1 + \frac{y}{\rho_o + y} \cdot \frac{l}{2} \right]$$

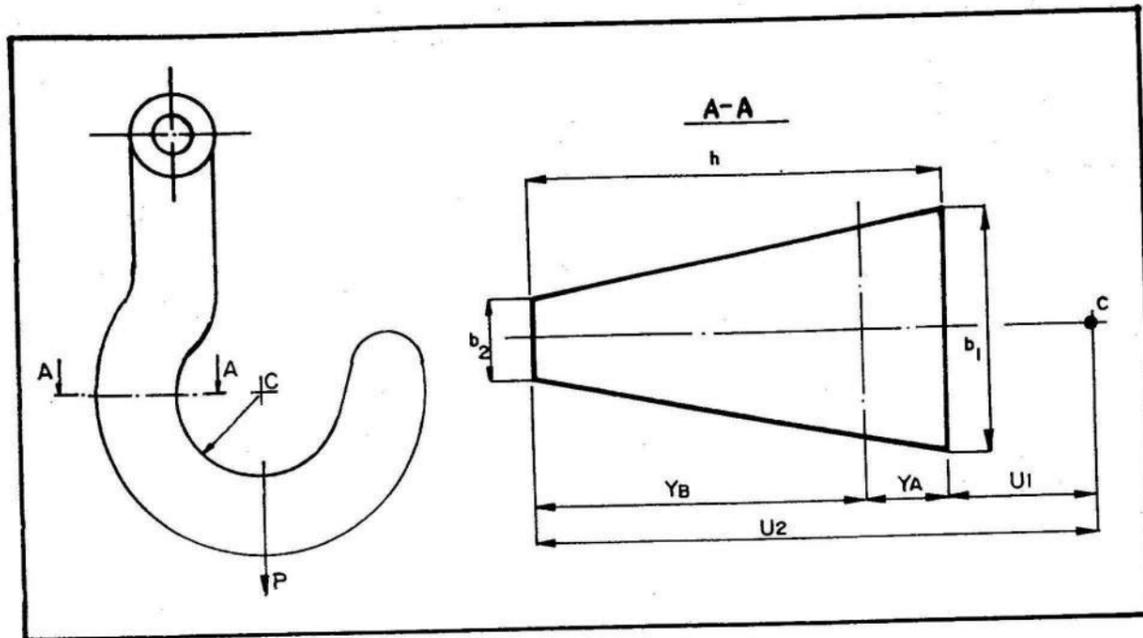


FIGURA 9. Cálculo del gancho.

El área de la sección trapezoidal es:

$$A = \frac{b_1 + b_2}{2} \cdot h = 17,5 \text{ cm}^2$$

El centroide estará a la distancia Y_A determinada por la fórmula:

$$C_A = \frac{h(b_1 + 2b_2)}{3(b_1 + b_2)} ; Y_A = 2,8 \text{ cm} ; Y_B = 4,2 \text{ cm}$$

El radio de la curvatura de la base curva es:

$$\rho_0 = u_1 + C_A = 5,8 \text{ cm}$$

Para este tipo de ecuación la expresión de Z es:

$$Z = -1 + \frac{2\rho_0}{(b_1 + b_2) \cdot h}$$

$$\left[b_2 + \frac{(b_1 + b_2)}{h} (\rho_0 + C_B) \ln \frac{\rho_0 + C_B}{\rho_0 - C_A} - (b_1 - b_2) \right]$$

$$Z = 0,118$$

En la Figura 10 aparece el esquema de distribución de las tensiones en la sección.

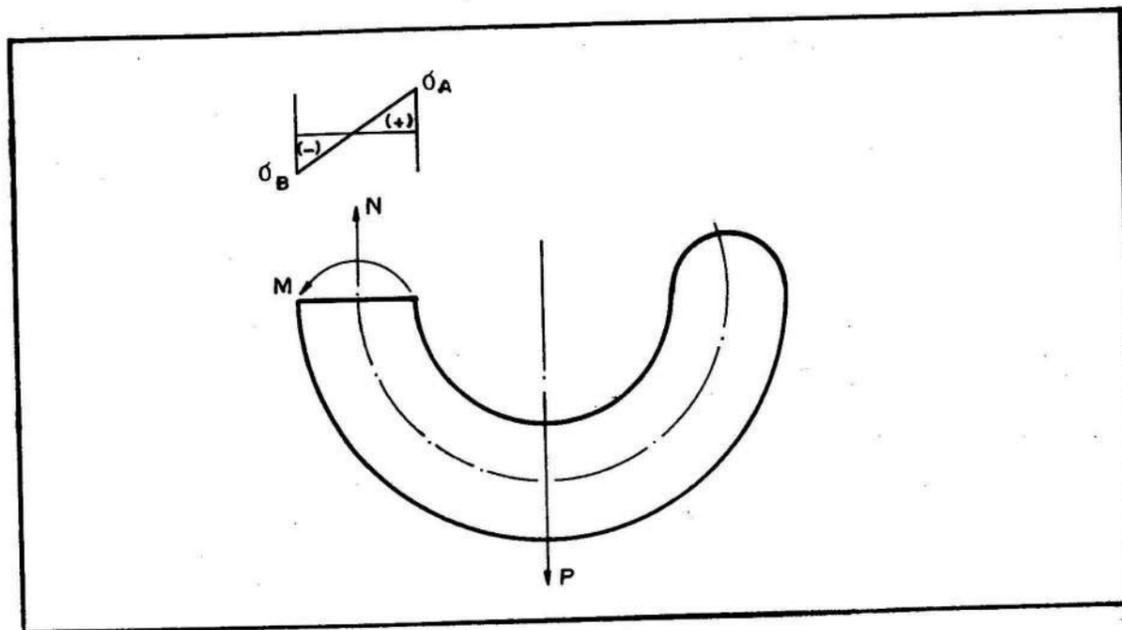


FIGURA 10. Distribución de las tensiones en la sección.

CONSIDERACIONES FINALES

El funicular de la cantera Siboney sigue operando con eficiencia, permitiendo el ahorro de miles de pesos de inversión y operación. Siempre que existan las condiciones planteadas al inicio de este trabajo, resulta ventajoso desde el punto de vista económico y práctico, este tipo de funicular sencillo. De igual forma puede emplearse en la industria maderera, en la agricultura y otras.

BIBLIOGRAFÍA

BEER, FERDINAND y E. RUSSELL JOHNSTON: "Mecánica vectorial para ingenieros", *Estática*, tomo I, Ediciones del Castillo S.A., 1967.

FERNÁNDEZ LEVY, GILD: *Resistencia de materiales*, tomo II, Editorial Pueblo y Educación, Ciudad de La Habana, Cuba, 1983.

ÖBERG, ERIK y F.D. JONES: *Manual universal de la técnica mecánica*, tomo I, Reimpresión 1962, Edición Revolucionaria, Instituto Cubano del Libro, La Habana, Cuba, 1968.

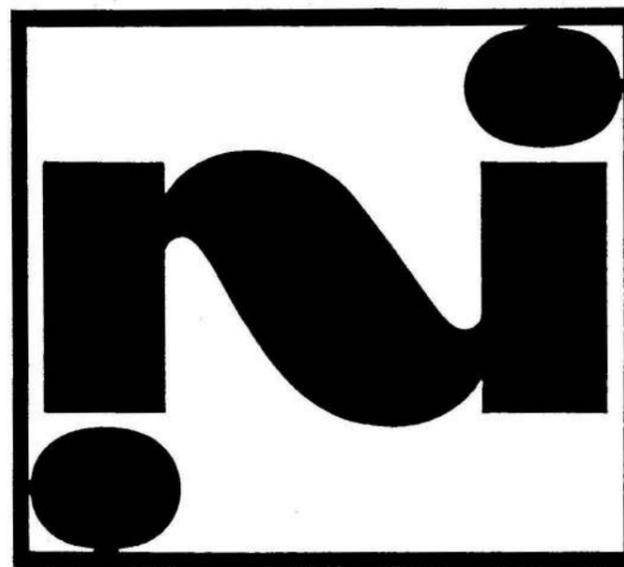
RAMS VERANES, JUAN V.: "Modificación al transporte por funicular en la cantera Siboney", Primer Forum Provincial de Fabricación y Recuperación de Piezas de Repuesto, Santiago de Cuba, 1985.

SILOVSKY, KAREL y JOSEF OLIVA: *Resistencia de materiales*, Editorial Ciencias Técnicas, Instituto del Libro, La Habana, Cuba, 1970.

CUBANÍQUEL

Empresa Cubana Exportadora de Minerales y Metales
Cuban Mineral and Metal Exporting Enterprise

¡PONGASE EN CONTACTO CON CUBANÍQUEL!



MÁS NÍQUEL
MÁS CERCA
DE USTED



7-8460

CUBANÍQUEL



P. O. BOX
6128

Oficina Central:
Calle 23 No. 55. Vedado.
La Habana. Cuba.