

## Monitores y elevadores

Por RAFAEL PELAEZ R.

Sirven para desintegrar el material aluvial aprovechando la energía de un chorro de agua que sale por una boquilla con gran velocidad. Los monitores en su forma más primitiva consistían en un tubo que estaba unido a la tubería principal por un pedazo de manguera de 2 o 3" y este tubo estaba sostenido en burros de madera.

Luego al mejorar la construcción se le dio el movimiento horizontal. Para obtener el movimiento se usan dos coronas, una fija al codo inferior del monitor y la otra al codo superior; entre ellas se usan rodillos o bolas para disminuir la fricción.

El movimiento vertical se obtiene por medio de una esfera de aleación especial sobre la cual puede girar el tubo de descarga. Todas estas partes móviles deben mantenerse siempre lubricadas.

El tubo de descarga tiene cuchillas o guías para evitar que el agua salga en torbellinos.

Se da a continuación un cuadro con los diámetros, de las tuberías de entrada, tamaño de las boquillas recomendadas, peso total en libras y peso de la pieza mayor.

Nro.	Diámetro tubo de entrada	diámetro de las boquillas	Peso total	Peso de la pieza mayor
1	7	2—3	390	120
2	9	3—4	515	150
3	11	3—4	805	210
4	11	4—6	905	225
5	13	5—6	1300	335
6	15	6—7	1695	520
7	15	6—7	1915	520
8	18	7—8	2075	605

Los monitores comunes se manejan por medio de una palanca



que tiene en el extremo una caja con contrapeso (piedras). Para monitores grandes se usan deflectores cerca de la boquilla.

Es muy conveniente cuando se trabaja con varios monitores en un frente concentrarlos al menor número posible para así obtener mejor trabajo. Se han hecho ensayos para evitar accidentes manejando los monitores por medio de electricidad o de aire comprimido, pero aquí entre nosotros nunca se ha usado nada distinto del deflector.

**Energía potencial del chorro.**—Esta es debida a la caída del agua por la acción de la gravedad y es igual.

$$P = \frac{Wv^2}{2g}$$

W—Peso del agua en libras  
v—Velocidad en pies/segundos  
P—Energía en libras/pies.

ahora W puede expresarse en función de la sección y de la velocidad de flujo

$$W = avw, \therefore P = \frac{awv^3}{2g}$$

w—Peso del pie cúbico de agua  
a—Area de la boquilla

Esto significa que para una sección constante la energía varía como el cubo de la velocidad.

**Tamaño de las boquillas.**—Como se vió en el párrafo anterior la energía depende en gran parte de la velocidad por esto debe buscarse siempre las boquillas de manera que la velocidad de salida sea lo más cercana a la velocidad teórica

$$V = \sqrt{H} \times 8,03 \quad (\text{velocidad teórica})$$

$$V = \sqrt{H} \times 8,03 \times 0,8 \quad (\text{velocidad real})$$

Donde H=altura en pies.

Ahora si se aplica la fórmula  $A = Q/V$  se encuentra el área; siendo Q la cantidad de agua.

Se da a continuación un cuadro para el consumo de agua en pies cúbicos la velocidad en pies por segundo para diversas alturas y diámetros de las boquillas.



H. en pies	V en Pies/Seg	Diámetro de la boquilla en pulgadas						
		1	1½	2	2½	3	3½	4
		Pies cúbicos de agua por segundo						
50	56.25	.288	.648	1.15	1.79	2.59	3.52	4.60
60	62.16	.385	.709	1.26	1.97	2.84	3.86	5.04
70	67.14	.341	.766	1.36	2.13	3.06	4.17	5.42
80	71.78	.364	.819	1.46	2.27	3.28	4.40	5.81
90	76.13	.386	.864	1.54	2.44	3.46	4.73	6.16
100	80.25	.407	.916	1.63	2.54	3.66	4.98	6.52
125	89.72	.455	1.02	1.82	2.81	4.08	5.57	7.28
150	98.28	.499	1.12	2.00	3.11	4.48	6.10	8.00
175	106.1	.539	1.21	2.16	3.36	4.84	6.60	8.64
200	113.5	.576	1.29	2.30	3.50	5.10	7.05	9.20
250	127.1	.644	1.45	2.58	4.02	5.80	7.88	10.32
300	139.0	.705	1.59	2.82	4.40	6.36	8.63	11.28

**Eficiencia de un monitor.**—Debido a la calidad del material del aluvión que varía mucho en cuanto a la compactación, tamaño de las piedras, etc., no se ha podido determinar una fórmula exacta para la eficiencia ni tampoco una regla fija se puede dar.

Datos de la casa Hendy de San Francisco fabricante de monitores dicen que es necesario 1 pie cúbico por minuto durante 24 horas para mover 1,5 yardas cúbicas de material entonces 1 yarda cúbica necesita 0.66 pies cúbicos por minuto durante el mismo tiempo.

Los 0.66 pies cúbicos pesan aproximadamente 41,2 libras, ahora el agua consumida en 24 horas tiene un peso de 59.628 libras. Si se supone que 1 yarda cúbica de material pesa 1,62 toneladas el material movido en el mismo tiempo es  $0,66 = 1,62 \text{ tons.} = 2.397$  libras, este valor equivale al 4,02% del peso del agua consumida.

**Pulgada del minero (miner's inch).**—Es una medida empleada en aluviones, principalmente de California y corresponde al flujo de 1,5 pies cúbicos de agua por minuto.

Usando esta medida práctica, la eficiencia se da por el número de las yardas cúbicas de material arrancado y movido por una pulgada de minero, que trabaje durante 24 horas. Esta eficiencia varía mucho como se dijo en el párrafo anterior. En promedio, se da como eficiencia de una pulgada de minero, 3 yardas cúbicas de arena.



## ELEVADORES

El elevador se usa cuando el aluvión está a un nivel más bajo del punto escogido para botar el material, se dispone de agua abundante y la caída es suficiente para su funcionamiento (150 pies en adelante). Su uso se ha generalizado mucho entre nosotros debido a su sencillez a pesar de tener un rendimiento muy bajo.

En los tipos usados hoy no hay diferencia sino en los detalles de construcción así: el Evans tiene fuera del tubo de succión principal dos laterales pequeños para ayudar la entrada de agua y aire, esto favorece hasta cierto punto el trabajo ya que la columna de agua y material se emulsiona con el aire. En cambio el Hendy no tiene sino un solo tubo de succión, se acostumbra muy a menudo colocar sorbedores de varios metros de longitud, pero esto disminuye considerablemente la eficiencia del elevador y aumenta las posibilidades de interrupción en el trabajo por la obstrucción del sorbedor.

La inclinación que debe darse al elevador varía de  $42^{\circ}$  a  $90^{\circ}$  y depende de la naturaleza misma del material, así, si se trata de un material conglomerado conviene poner el elevador con una inclinación adecuada para que la fricción en los tubos de alce lo desintegre, pero nunca debe buscarse una economía en el trabajo con los monitores sacrificando el rendimiento del elevador. Las inclinaciones más comunes son de  $60^{\circ}$  a  $70^{\circ}$  y la Ridson Iron Works fabricante del Evans recomienda  $75^{\circ}$ ; en algunas minas de Antioquia, el ángulo varía entre  $60^{\circ}$  y  $65^{\circ}$  predominando el de  $63^{\circ}$ .

Hay una relación entre la caída y la altura a que puede elevarse el material. Las casas fabricantes dicen que por cada 100' de caída el elevador puede trabajar a 20' de profundidad pero la práctica ha demostrado que se logra un trabajo mejor si se eleva  $1/10$  a  $1/6$  de la caída. Por supuesto que hay casos en donde la altura ha sido mayor de  $1/5$  de la caída, pero esto no se ha logrado sino con materiales muy arenosos y casi sin piedras, también influye el estado de desgaste en que se encuentren las piezas y la inclinación. Esta altura tiene su límite y este es de 75' a 90'.

Debido a la cantidad de factores que influyen no se ha podido dar una fórmula fija para saber la cantidad de material movido durante un tiempo dado. En esto influyen el tamaño del elevador, el agua de infiltración, la cantidad de agua de los monitores y mangueras, la altura a que debe elevarse el material y la clase de material.



En una mina para tener un dato al respecto hay que cubicar los hoyos por cualquier método bien sea con estadia o secciones tomadas con nivel a distancias convenientes; el caso indicará cual es el mejor método.

También se debe conocer la cantidad de agua que se gasta en los monitores y elevadores; puede tomarse aproximadamente para el monitor 5/12 y para el elevador 7/12 del agua total y el tiempo de trabajo.

Tamaño del elevador	Agua en pies cub.	Altura Efectiva	Material en 24 horas	Altura elevada
12 "	600 "	450 pies	950 yds3	10 pies
12 "	600 "	400 pies	1000 yds3	60 pies
12 "	450 "	228 pies	600 yds3	35 pies
16 "	975 "	266 pies	1000 yds3	39 pies
20 "	1950 "	530 pies	2450 yds3	91 pies
20 "	1800 "	300 pies	1600 yds3	48 pies
20 "	1500 "	320 pies	1200 yds3	28 pies

Puede decirse que el material movido es del 3 al 5% del agua gastada. En los tres elevadores de 12" del cuadro anterior el consumo promedio de agua fue de 549 pies cúbicos y el promedio del material movido en 24 horas fue de 850 yardas cúbicas, ahora un pie cúbico de agua usada en el elevador movió 1,54 yardas cúbicas durante 24 horas y una yarda cúbica en 24 horas necesitó de 0.65 pies cúbicos de agua por minuto.

Expresando el porcentaje del material movido con relación al peso de agua se tiene que una yarda cúbica de material o 3668 libras necesitaron de un peso de agua de 87.609 libras de agua o sea el material es el 4,2% del peso del agua.

Para el cálculo del material movido y la cantidad de agua gastada hay varias fórmulas empíricas:

Fórmula de H. A. Gordon:

x=número de yardas cúbicas de material elevadas por hora.

n=número de pies cúbicos gastados.

H=altura efectiva de caída.

C=coeficiente igual a 0,15 H.

$$X = Hn/C$$



Para la cantidad de agua, Wilson trae

$$W = 0.3774 d^2 \sqrt{VH}$$

$d$  = diámetro de la boquilla

$H$  = altura efectiva

El mismo autor trae una fórmula para el material movido en función de la pendiente del canalón:

$$D = 800 k \text{ sen } a$$

$K$  = coeficiente que varía de 0.95 a 0.98.

$a$  = ángulo de inclinación del canalón.

$D$  = cantidad de material movido.

Como creo que pueda ser de alguna utilidad para los estudiantes voy a dar lista de las principales cosas que se necesitaron en un hoyo donde se trabajó con un elevador de 12" y 2 monitores.

1000' de tubería de diámetro = 8" en tramos de 21'

1000' de tubería de diámetro = 11" en tramos de 21'

200' de manguera de diámetro = 2" en tramos de 25' y 50'

4 codos de 90° Diámetro = 11" (con corona loca en un extremo

6 codos de 60° Diámetro = 11" y fija en el otro)

6 codos de 45° Diámetro = 11"

4 codos de 22½° Diámetro = 11"

La misma cantidad de codos para la tubería de 8"

20 coronas locas de diámetro = 11"

20 coronas locas de diámetro = 8"

2 T de 2" para manguera (corona loca en un extremo y fija en el otro).

2 T de 11×11"

1 T de 11×8"

4 galápagos de 2" con curva para tubería de 11' y 8"

4 válvulas de 8"

3 válvulas de 11"

4 boquillas de 11½" para manguera

reducciones de 11" a 8" de 16" a 11", etc.

(Del concurso de DYNA).

