



---

## Reutilización del agua mediante el sistema de deshidratación de lodos (MacTube), en el proyecto Hilarión

Juan Cucho<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Nexa Resources Perú S.A.A. ([juan.cucho@nexaresources.com](mailto:juan.cucho@nexaresources.com))

---

### 1. Introducción

Las actividades de exploración de un proyecto minero, tiene como objetivo delimitar los cuerpos mineralizados y cuantificar los recursos minerales medidos, indicados e inferidos, para de esta manera determinar la viabilidad económica del proyecto, tal es el caso del proyecto minero Hilarión, ubicado en el distrito de Huallanca, provincia de Bolognesi en la región Áncash.

El tipo de perforación que se realiza en la campaña de exploración es a rotación con recuperación de testigo continuo (perforación diamantina DDH), este tipo se ejecuta con la finalidad de obtener muestras de roca que brinden información mineralógica del subsuelo.

Para la realización del trabajo de perforación diamantina, se usan máquinas exclusivas que cortan la roca de manera que consiguen recuperar muestras cilíndricas largas de dos o más centímetros de diámetro denominados testigos, para lo cual es necesario el uso de algunos aditivos biodegradables junto al recurso agua.

Por consiguiente, durante la actividad de perforación se generan lodos (agua + roca molida + aditivos biodegradables), convirtiéndose en el principal problema de esta actividad por las cantidades que se producen y las implicancias ambientales. Por tanto, se ha visto la necesidad de recuperar el agua que se encuentra dentro del lodo, con el fin de reducir su volumen y facilitar su manejo.

Para ello, mediante esta investigación se propone la deshidratación del lodo con el uso del sistema de tratamiento denominado MacTube, que tendrá la función principal de filtrar el líquido, reteniendo las partículas sólidas en suspensión, obteniendo un agua clara con una turbidez menor a las señaladas por las disposiciones legales, además de contener el sólido restante para su posterior manejo. El agua obtenida de este proceso de desecación de lodos puede ser reutilizada en el proceso de perforación, riego de vías (época de estiaje), de áreas verdes, entre otros; optimizando el uso racional del recurso hídrico.

### 2. Antecedentes e historia

El 04 de diciembre del 2012 en el proyecto de exploración minera Pukaqaqa-Huancavelica, se ha realizado una prueba piloto del sistema de deshidratación de lodos MacTube – Maccaferri, en el cual se evidencia la eficiente clarificación del agua de lodo a través de muestras tomadas en diferentes puntos.

Para llegar a un buen resultado se han hecho pruebas previas, con el objeto de determinar el tipo de lodo que se va a tratar, toda vez que el tipo de roca no es igual en todos los proyectos.

Para alcanzar la eficiencia del sistema y obtener buenos resultados, se usaron coagulante y floculante, determinando la dosis adecuada.

Esta experiencia también fue realizada en los proyectos de exploración Shalipayco, Magistral, El Padrino, entre otros.

Asimismo, se ha revisado estudios como tesis de la Universidad Nacional de Ingeniería – Perú

e informaciones de otros países como México en tema de Estudio para la optimización de fluidos de perforación.

### **3. Marco teórico**

El MacTube W1 7.10 es una geofirma lineal producida con geotextil, tejido en polipropileno de alta tenacidad, entrelazado en ángulos rectos. Es inerte a la degradación biológica y resistente a ataques químicos (álcalis y ácidos). Las bocas de entrada son radiales y cocidas al tubo, facilitando su llenado. El MacTube W1 7.10 permite el escurrimiento del agua a través de los poros del geotextil, reteniendo la fracción sólida de efluente en su interior, permitiendo su filtración y separación.

#### **3.1. Deshidratación de lodos**

El tratamiento y los procesos de estabilización de lodos y sedimentos generan un material con alto contenido de humedad. Tornando necesaria su deshidratación para una posterior disposición en lugares adecuados, reduciendo así el riesgo de contaminación ambiental.

El MacTube W1 7.10 es especialmente indicado en la deshidratación de lodos sanitarios e industriales, proporcionando la filtración del efluente y retención de los sólidos con su consecuente desecación. El material sólido, confinado en el interior del MacTube, después de alcanzar el contenido de humedad aceptable, se procede a reubicar los sólidos en el lugar de disposición autorizado.

El sistema MacTube se puede instalar por celdas que en su etapa final de llenado alcanzando un ancho de 6 m por un largo de 16 m, y cada celda estaría compuesta por:

- Un dique perimetral: sirve para confinar los líquidos expelidos por el MacTube y direccionarlos correctamente.
- Geomembrana Macline: sirve para impermeabilizar la celda evitando la contaminación del suelo por los líquidos expelidos por el MacTube.
- Sistema de drenaje: con geocompuesto drenante grava+geotextil no tejido MacTex, para facilitar el flujo de los líquidos.
- MacTube: es el tubo de geosintético especial que captura los lodos en su interior y permite eliminar los líquidos por sus paredes, por medio de filtración.

## **4. Etapas del proceso**

### **4.1. Análisis de laboratorio**

A partir de la recolección del material en campo se realiza un análisis de laboratorio del lodo o sedimento para la certificación del funcionamiento de la tecnología, la definición de los polímeros y las particularidades químicas, físicas e hidráulicas del material a ser deshidratado.

### **4.2. Dimensionamiento del proyecto**

Con los resultados del análisis de laboratorio, se elabora un estudio de viabilidad técnica y económica del proceso, con base en el volumen de residuos que será generado.

### **4.3. Montaje**

Consiste en la construcción de una celda impermeabilizada, para el acondicionamiento de las unidades MacTube, cuya función será contener y direccionar el agua generada en el proceso de deshidratación.

### **4.4. Bombeo**

El bombeo del material para el interior del MacTube puede ser realizado por medio de dragas, bombas hidráulicas o por gravedad.

### **4.5. Coagulación/floculación**

Durante el proceso de bombeo del material, son adicionados polímeros, cuya finalidad es separar y aglutinar las partículas sólidas, mejorando la eficiencia de la tecnología y la velocidad de deshidratación.

El coagulante que se utilizará, será MT-8834, Mezcla de Poliaminas Catiónicas; sin embargo, en caso en el mercado existiese otro con mayor eficiencia se optará por usarlo, teniendo en cuenta las ventajas ambientales. La dosis aproximada a utilizar será de 3.5 ml/s por cada 01 l/s de lodo. Se transportará en cilindros de plástico con capacidad de 227 Kg, los cuales deben estar perfectamente cerrados y sin fugas de ninguna clase.

#### 4.6. Deshidratación

Los sólidos son contenidos por el MacTube que al mismo tiempo libera agua clarificada con bajísimo tenor de sólidos. Esta agua será colectada en una poza ubicada en la parte baja recubierta con geomembrana y desde donde, dependiendo de la necesidad, será reutilizada en las zonas de perforación, riego de vías o entregadas al ambiente.

#### 4.7. Consolidación

Después de la finalización del proceso de deshidratación y consolidación, los sólidos siguen para su disposición final.

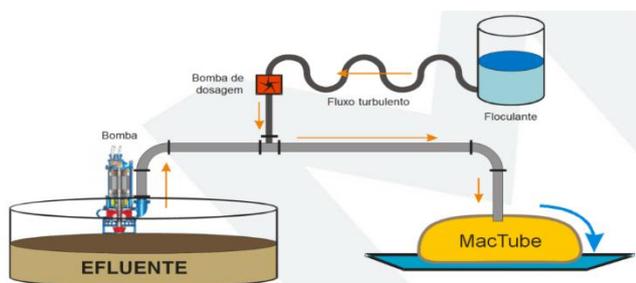


Figura 1. Esquema del sistema MacTube.

### 5. Resultados

El sistema Mac tube se concibió para un trabajo de 8 horas diarias con un caudal de ingreso de 1.25 l/s, es decir 36 m<sup>3</sup>/día. El llenado de lodos en el MacTube es intermitente, será cada vez que las pozas de la plataforma se encuentran ya saturada; pero la filtración si es constante.

Tabla 1. Flujo de Agua a Generarse

	Caudal (l/s)	seg/hr	Hr de trabajo	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /día
Entrada	1.25	3600	8	0.001	36
salida	0.4	3600	24	0.001	34.56
evaporación	0.015	3600	10	0.001	0.54
Lodo acumulado en el Mactube					0.9

Eficiencia del sistema: la eficiencia está determinada por la turbidez. En el proyecto se cuenta con un turbidímetro marca Hanna.

- Turbidez de entrada = >2000 NTU
- Turbidez de salida = 24 NTU

- Eficiencia del sistema= 98.8%.

### 6. Conclusiones

La aplicación del sistema de deshidratación de lodos por medio del MacTube, permite recuperar el agua contenida en el lodo producto de la perforación diamantina en 85%.

El agua obtenida de este proceso de desecación de lodos puede ser reutilizada en el proceso de perforación, riego de vías (época de estiaje), y de áreas verdes, entre otros; optimizando el uso racional del recurso agua. Su incorporación al ambiente también es factible ya que cumple con los ECAs.

### Agradecimientos

Agradezco a la Gerencia de Exploraciones de Nexa por haber permitido la publicación de este trabajo, el cual no hubiera sido posible sin el esfuerzo de varios colegas en campo que trabajan en el área de Asuntos Ambientales, en los proyectos de exploraciones. Agradezco de manera personal a Jonas Motta, Jean Paul Guzmán, Patsy Quinte, porque con sus ideas y experiencias alimentaron este trabajo presentado en forma de compendio.

Asimismo, a la empresa Maccferri del Perú, ya que gracias a la asesoría y materiales proporcionados, pudo optimizarse mejor el sistema de tratamiento.

### Referencias

- Informe Prueba Piloto MacTube – Empresa Maccaferri de Perú. 2012.
- Bautista Puente, Luis. 2010. Tesis “manejo de desechos y deshidratación de fluidos de perforación”, de la Universidad Nacional de Ingeniería.
- Peña Cando, José. 2007. Tesis “Estudio para la Optimización del Uso de fluidos de Perforación en el campo de Petro producción” de la Universidad Tecnológica Equinoccial.

