

Utilizados en la perforación de pilotes y pantallas

Tixotropía en fluidos poliméricos

En el campo de la Geotecnia, hay una tendencia a asociar el concepto de tixotropía a la capacidad de suspensión de material de un fluido de estabilización, en realidad estamos en presencia de dos propiedades distintas. Está extendida la idea de que los polímeros no tienen propiedades tixotrópicas y tampoco la capacidad de la suspensión de material por comparativa con la bentonita. Este artículo proporciona un breve resumen y análisis de casos prácticos, donde es posible comprobar que el polímero sintético *PolyMud*[®], polímero base del Sistema G3[®] no sólo tiene propiedades tixotrópicas sino también tiene capacidad de suspender material.

Una definición breve de la *tixotropía*, es la capacidad de un líquido para reducir su viscosidad aparente mientras se aplica una cierta cantidad de calor o energía mecánica, como el corte o la vibración (Costa, 2006). Después de la aplicación de calor o de la fuerza mecánica, se produce un aumento de la viscosidad aparente bajo esfuerzo de cizalla, seguido de una recuperación gradual cuando se retira el esfuerzo. El efecto es función del tiempo. (Polímeros, Revista Iberoamericana de Polímeros, 2002).

Tixotropía

Las propiedades tixotrópicas de la bentonita son esenciales, especialmente en la ejecución de las cimentaciones, pues en condiciones ambientales se convierte en un fluido más estable y viscoso, evitando la sedimentación de partículas, dando y manteniendo el peso específico de un fluido que permite el establecimiento de un mecanismo de control de estabilidad y evitar la pérdida de fluido.

Para valorar si esta propiedad se da en el fluido polimérico *PolyMud*[®], se ha realizado un ensayo en una muestra de este fluido polimérico con una concentración de 1,5 kg/m³, con pH = 12, y densidad = 1,00 g/cm³. En la prue-

Palabras clave: BENTONITA, CAKE, DENSIDAD, ESTABILIZACIÓN, LODO, MEMBRANA, PANTALLAS, PILOTES, POLÍMERO, POLYMUD, SISTEMA G3, SUELO, TIXOTROPIA.

BENTONITE, DIAPHRAGM WALL, G3 SYSTEM, LOAD TEST, MEMBRANE, POLYMER PILES, SOIL STABILIZATION.



Jorge GEREZ DUARTE, Dpto. Técnico de GEO – GROUND ENG. OPERATIONS, S.L.

ba se proporciona calor al sistema, observando los cambios de la viscosidad.

La curva de la Fig. 1 ilustra que, al proporcionar calor a una muestra de *PolyMud*[®], disminuye la viscosidad, tratándose de un fluido no-newtoniano. A un sistema no-newtoniano, que contiene una tixotropía particular, le lleva algún tiempo para recuperar su propio cuerpo, o volver al estado inicial, cuando está en reposo. Ese intervalo de tiempo se llama *factor reológico*.

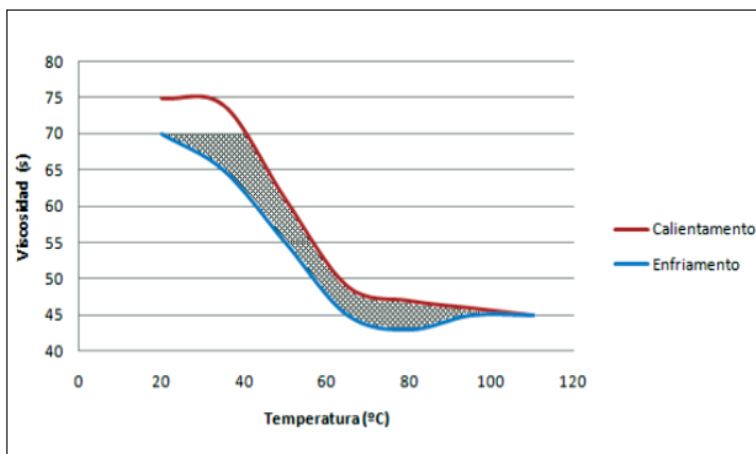
Capacidad de suspensión del fluido polimérico (*PolyMud*[®])

En determinadas circunstancias durante el proceso de estabilización de la perforación, se hace imprescindible aumentar la carga hidráu-

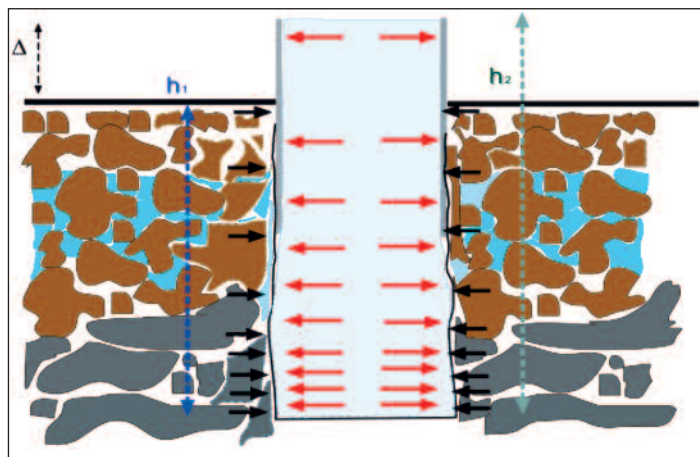
lica. Para ello las herramientas disponibles son, por un lado la posibilidad de subir el nivel del lodo, o aumentar la densidad del fluido. No siempre es posible aumentar el nivel del lodo, por lo que la capacidad para que el fluido mantenga la densidad a lo largo del tiempo se hace imprescindible en determinadas circunstancias. Esta distribución de esfuerzos se ve representada en la Fig. 2.

El *PolyMud*[®], la base del sistema de estabilización G3[®] está formado por una columna dorsal de moléculas de carbono. En esta columna están conectados grupos hidrófobos, grupos aniónicos y grupos catiónicos. Estos elementos son fundamentales en el comportamiento del polímero y el mantenimiento de la estabilidad durante su aplicación. Esta configuración es única en la industria de polímeros utilizados en la estabilización. Las diferentes cadenas de polímero se conectan creando una estructura similar a una red tridimensional, resultando en una solución acuosa de alta viscosidad.

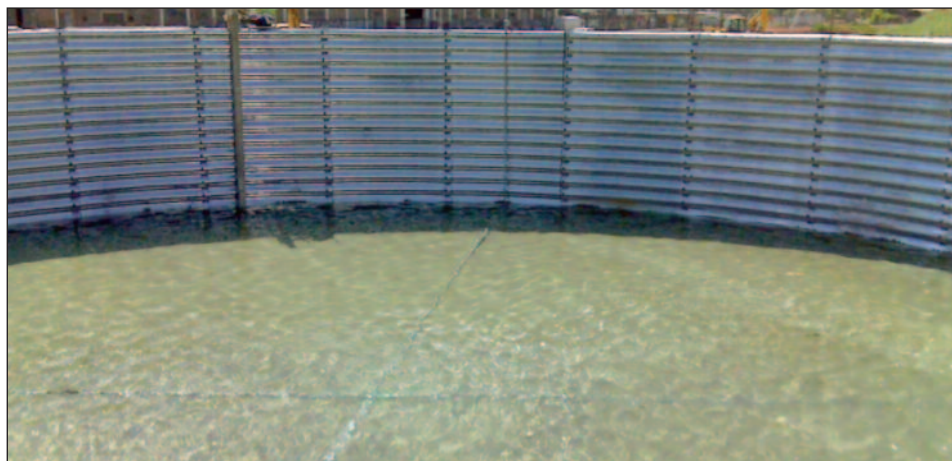
El *AlfaBond*[®] es un aditivo del Sistema G3[®] que tiene aplicaciones variadas, como el control de la pérdida de fluido y el aumento de la viscosidad puntualmente. Además, permite diversas combinaciones con los productos del Sistema G3[®]. En concentraciones superiores



[Figura 1].- Calentamiento y enfriamiento del *PolyMud*[®].



[Figura 2].- Comportamiento de la estabilización.



[Foto 1] .- Tanque de almacenamiento lleno de PolyMud[®] recién fabricado.

a 0,5% se consigue un aumento de la capacidad de suspensión de sólidos en el fluido, permitiendo obtener densidades mucho más altas en la columna del fluido de excavación.

Para conseguir y mantener la estabilidad de la excavación es fundamental que el peso específico del fluido tenga cambios mínimos. Para mantener la carga hidráulica a lo largo del tiempo es imprescindible que el fluido mantenga el peso específico. El fluido polimérico **Sistema G3[®]** tiene capacidad de suspender material. Resultando una decantación de material inferior a 30% durante las primeras 24 horas de espera.

Es importante advertir que típicamente durante el proceso de trabajo en la estabilización de pantallas o pilotes, no resulta necesario alcanzar valores tan altos de viscosidad a los utilizados en este ensayo. Se alcanzan estos valores con el fin de poner a prueba el comporta-

miento del polímero en una situación límite que no se da en obra.

Con este fin, nos proponemos el desarrollo de pruebas para evaluar los diferentes porcentajes de sedimentación en función de la concentración del polímero base (**PolyMud[®]**) y aditivo (**AlfaBond[®]**). Las concentraciones de **PolyMud[®]** varían entre 1 kg/m³ y 5 kg/m³, también se han incorporado cantidades de **AlfaBond[®]** entre 2% y 5%. El material utilizado para poner en suspensión, es una arena de playa con un tamaño de partícula variable entre 0,5 mm y 4,0 mm.

Se realizaron 4 pruebas (**Cuadro I** y **Fotos 2 y 3**), en la prueba número 1 se añadió sólo el 2% de **AlfaBond[®]** a una concentración de 2,0 kg/m³ de **PolyMud[®]**. En los restantes 3 ensayos se utilizaron en 1,0 kg/m³, 2,5 kg/m³ y 5,0 kg/m³ de **PolyMud[®]**, respectivamente, y se añadió 5% de **AlfaBond[®]**.

Número Prueba	Concentración de PolyMud (kg/m ³)	Viscosidad (seg)	Cantidad de AlfaBond (%)	Cantidad de Arena(gr)	0h	24h	Decantación de material
					di (gr/cm ³)	df (gr/cm ³)	
1	2,0	70	2%	120	1,05	1,025	50%
2	5,0	315	5%	200	1,10	1,09	10%
3	2,5	250	5%	350	1,16	1,14	13%
4	1,0	69	5%	200	1,08	1,06	25%

[CUADRO I] .- Resumen de los resultados de las 4 pruebas ejecutadas.



[Foto 2] .- Cuatro pruebas tras 24 horas en reposo.



[Foto 3].- Arena en suspensión en el polímero.

Resultados

Como se muestra en el cuadro anterior, en la prueba número 1 se produjo una decantación de 50% del material, así cae fuera de los parámetros aceptados, se consideran sólo las pruebas restantes, 1, 2 y 3. Se observa también que la capacidad de la suspensión se ve favorecida por la adición de **AlfaBond[®]** y que la concentración de **PolyMud[®]** tiene menos influencia en este sentido.

Utilizando la capacidad de suspensión de sólidos del **Sistema G3[®]** y sus propiedades tixotrópicas, al terminar la excavación queda una determinada cantidad de material en suspensión, la manera recomendada de limpieza del fluido será químicamente, utilizando un copolímero que es el **MicroBond[®]**, que provoca la decantación del material en suspensión en pocos minutos, evitando la utilización de los desarenadores.

Conclusión

Se comprueba después de las pruebas realizadas, que el **PolyMud[®]**, base del Sistema de estabilización **G3[®]** tiene propiedades tixotrópicas y tiene capacidad para la suspensión de material. En los polímeros utilizados durante años en la ejecución de pilotes y pantallas, no se habían detectado ninguna de estas dos propiedades; resultando por este motivo algunas malas experiencias en suelos en los cuales era imprescindible alguna de estas propiedades.

Comúnmente se utilizan 3 tipos de fluidos de estabilización, lodos bentoníticos, polímeros acrílicos, y el **Sistema G3[®]** que es un polímero sintético.

El **Sistema G3[®]** no es un polímero acrílico, pero si, un polímero sintético que tiene propiedades distintas de los polímeros acrílicos convencionales utilizados desde años en el mercado de cimentaciones, las propiedades tixotrópicas y la capacidad de suspensión de sólidos sólo se aplica al **Sistema G3[®]** y los polímeros acrílicos no poseen propiedades ti-

xotrópicas o la capacidad de suspender los sólidos.

El comportamiento de lodos bentoníticos, como se ha demostrado a lo largo de los años es efectivo en la estabilización de cimentaciones especiales. Como alternativa, el uso de los fluidos poliméricos ofrece grandes ventajas medio ambientales, aportan más calidad al elemento definitivo de cimentación (adherencia, contaminación del hormigón, etc.) y son sistemas más ágiles que requieren de menos equipamiento.

Las limitaciones demostradas a lo largo de los años de los polímeros acrílicos, se ven resueltas con el **Sistema G3®** que aporta un comportamiento similar a la bentonita, y además ofrece todas las ventajas asociadas al uso de los polímeros.



[Foto 4].- Desarenador prescindible en la limpieza del polímero.

Referencias Bibliográficas

- ARTIGO TÉCNICO - ENTENDA O QUE É A TIXOTROPIA [ARTIGO]. Costa Milton. Conselho Regional de Química 4ª Região. - São Paulo : Conselho Regional de Química 4ª Região, Octubre de 2006.
- DICCIONARIO MED.ES [ONLINE]. Diccionario médico-biológico, histórico y etimológico. - 19 de Enero de 2010. - <http://www.diccionario-med.es>.
- GLOSARIO DE TERMINOLOGÍA REOLÓGICA [ONLINE]. Polímeros, Revista Iberoamericana de Polímeros. - 2002. - 19 de Enero de 2010. - <http://www.ehu.es/reviberpol>.
- INTRODUCCION A LA REOLOGIA. POSGRADO EN APROVECHAMIENTO DE RECURSOS HIDRAULICOS [LIBRO]. Mesa Jose Alberto Naranjo. - Medellín - Colombia : Universidad Nacional de Colombia.
- PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO DE GEO.

GEO-GROUND ENG. OPERATIONS

Avda. Vía Láctea, s/n - Local, 25
28830 S. Fdo. de Henares (Madrid)
☎: 912 773 179 • Fax: 912 919 776
E-mail: info@geosoil.com
Web: www.geosoil.com/espana

