

UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY



**CONVENIO ESPECÍFICO
ENTRE
LA UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
Y
LA ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE PUERTOS
DENTRO DEL COVENIO MARCO UDELAR/FING/ANP
CONTRATO 1664**

Estudio toxicológico del efluente de llenado de contenedores geotextiles con materiales de dragado de la Bahía de Montevideo

En la ciudad de Montevideo, el diez de febrero de dos mil catorce, comparecen **POR UNA PARTE:** La Administración Nacional de Puertos (en adelante ANP) representada por el Vicepresidente de su Directorio Sr. Juan José Domínguez, en ejercicio de la Presidencia, asistido por la Secretaria General (I) Dra. Liliana Peirano, con domicilio en Rambla 25 de agosto de 1825 número 160 de esta ciudad **y POR OTRA PARTE:** La Universidad de la República - Facultad de Ingeniería representada por su Rector Dr. Rodrigo Arocena y el Decano Ing. Héctor Cancela, con domicilio en la calle 18 de julio 1968 de esta ciudad.

1 Antecedentes

La Administración Nacional de Puertos (en adelante ANP) está a cargo del dragado del Puerto de Montevideo. Esta actividad moviliza grandes volúmenes de sedimentos finos muchas veces conteniendo niveles importantes de contaminantes. La disposición final del material de dragado y su manejo ambiental es particularmente importante para la ANP.

Durante el año 2011 la Universidad de la República a través del Instituto de Mecánica de los Fluidos e Ingeniería Ambiental (en adelante el IMFIA) de la Facultad de Ingeniería asesoró a la ANP en temas relacionados a la gestión ambiental de la bahía de Montevideo y de su zona portuaria.

En particular se estudiaron las posibilidades que ofrecía la tecnología de tubos construidos con material geotextil para el manejo de materiales de dragado con alto contenido de sedimentos finos (limo y arcilla) acondicionados previamente con un floculante polimérico. El asesoramiento de 2011 no incluyó en su alcance estudios relacionados a la calidad ambiental de los efluentes y de los materiales confinados.

Los posibles usos considerados incluyeron: el uso de los tubos geotextiles rellenos de barro floculado con fines estructurales en obras de ingeniería, el uso para disposición de material de dragado en el mar y el uso para la deshidratación de barros.

Dr. Rodrigo AROCENA
Rector
Universidad de la República

 Ing. Héctor CANCELA
Decano Facultad de Ingeniería
Universidad de la República

 Sr. Juan José DOMINGUEZ
Vicepresidente en ejercicio de la Presidencia
Administración Nacional de Puertos

 Dra. LILIANA PEIRANO
Secretaria General (Interina)
Administración Nacional de Puertos

Este estudio mostró que es viable técnicamente el uso de los tubos geotextiles para deshidratar los barros de la zona de Playa Capurro en particular si los tubos se llenan fuera del agua, y que los tubos llenos de barro consolidado podrían ser dispuestos en zonas aledañas a la bahía.

2 Objeto general

Asesorar a la ANP sobre aspectos ambientales del uso de tubos geotextiles para el confinamiento de lodos contaminados provenientes de materiales de dragado acondicionados con un floculante polimérico.

3 Objetivo particular

Caracterización del efluente de llenado

Analizar la capacidad de la tecnología de floculado de los barros e inyección dentro de tubos geotextiles para retener los contaminantes dentro de tubos geotextil junto a los sedimentos durante el llenado y generar un efluente de calidad ambiental aceptable de acuerdo a la legislación vigente.

4 Representantes de las Partes

A los efectos del seguimiento del presente Convenio, la ANP designará una contraparte técnica integrada por un titular y un alterno. Asimismo el IMFIA designará un responsable técnico y un alterno.

5 Metodología y resultados esperados

De forma de acotar la extensión de los estudios planteados, los ensayos que se describen a continuación se realizarán utilizando barros extraídos de la zona de Playa Capurro.

En particular se trabajará con barros tomados del metro superior en la cercanía del punto P07_8 según la nomenclatura utilizada en el Informe Estudio Toxicológico Final por la consultora INCOCIV para la ANP.

Este punto presenta niveles altos de metales pesados e hidrocarburos por lo que aportará un escenario exigente para los estudios a realizar. Se tomarán además, muestras de agua de la zona para utilizar durante los ensayos.

La ANP proveerá al personal del IMFIA de los medios necesarios para realizar la extracción de muestras de agua y barro.

Durante los estudios realizados por el IMFIA en el año 2011 se encontró que los geotextiles más adecuados para la aplicación de deshidratación del barro floculado eran el GT500 de TenCate o el HaTe 105/105 de Husker, no pudiéndose observar diferencias apreciables en el aspecto del efluente entre ambos materiales.

Estos estudios también indicaron que el floculante polimérico FLOPAM 4240 disponible en plaza es adecuado para ser utilizado en el proceso de floculación del barro de Playa Capurro, determinándose su dosificación óptima.

Basado en las aclaraciones anteriores los estudios a realizar durante este asesoramiento se limitarán a ensayos utilizando el geotextil GT500 y al polímero FLOPAM 4240 en la dosis óptima obtenida en los estudios ya realizados por el IMFIA (2011).

Los ensayos y análisis a realizar en esta actividad se centrarán en la caracterización del efluente líquido proveniente de drenado del barro contenido en los tubos geotextiles. Se caracterizará la muestra de lodo y el agua de mezcla a ser introducida en el contenedor geotextil. Comparando las concentraciones de metales pesados y otros contaminantes en el efluente, con las concentraciones presentes en el barro previo a su introducción en el contenedor geotextil, podrá inferirse la efectividad de la técnica para retener dichas sustancias dentro del tubo geotextil junto a los sedimentos floculados en la etapa de llenado.

Los ensayos para la determinación de Oxígeno Disuelto (OD), Demanda Bioquímica de Oxígeno a 5 días (DBO₅), Demanda Química de Oxígeno (DQO), pH, Sólidos Totales (ST), Sólidos Suspendidos (SST y SSV), Sólidos Volátiles (SV y SSV) y conductividad del agua de mezcla y los efluentes se realizarán en la Universidad de la República y su costo se incluye en el costo total de esta actividad.

Para los ensayos restantes: cromatografía, detección de metales pesados (Pb, Cr, Cu, Zn, Cd, Hg y As), Hidrocarburos y Bifenilos Policlorados (PCB), determinación de amonio, nitratos, nitrógeno Kjeldahl total (NKT) y fósforo total, y ecotoxicológicos, el IMFIA coordinará con la ANP el envío de las muestras debidamente acondicionadas para su análisis en el o los laboratorios que la ANP designe. El costo de estos análisis correrá por cuenta de la ANP y no se incluye en el costo de la presente actividad.

Caracterización inicial

Para poder estimar los valores de partida se caracterizarán el barro crudo, el agua de mezcla y el floculante polimérico a utilizar durante los ensayos.

Para el barro crudo:

- se determinarán ST, SS y SV;
- se determinarán los contenidos de metales y metaloides (Pb, Cr, Cu, Zn, Cd, Hg y As), hidrocarburos y PCB contenidos en el barro.
- Se incluirá una corrida cromatográfica completa con el objetivo de identificar otros posibles contaminantes de interés no incluidos en la lista anterior.
- Se realizarán ensayos de ecotoxicidad.

Para el agua de mezcla:

- se determinarán pH, conductividad, OD, DBO₅ y DQO, SST y SSV;
- se determinarán los contenidos de metales ya mencionados, hidrocarburos y PCB;
- se determinarán los contenidos de amonio, nitratos, NKT y fósforo total.
- Se incluirá una corrida cromatográfica completa con el objetivo de identificar otros posibles contaminantes de interés no incluidos en la lista anterior;
- Se realizarán ensayos de ecotoxicidad del agua.

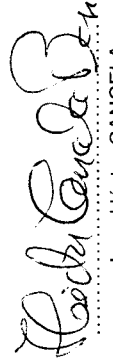
Para el floculante polimérico:

- se determinarán los contenidos de metales y metaloides (Pb, Cr, Cu, Zn, Cd, Hg y As)
- Se incluirá una corrida cromatográfica completa con el objetivo de identificar otros posibles contaminantes de interés no incluidos en la lista anterior.


Caracterización del efluente de llenado

El ensayo de llenado de almohadillas utilizado en el estudio anterior es adecuado para tener estimaciones iniciales de las densidades de barro obtenibles dentro de los tubos geotextiles.


Dr. Rodrigo AROCENA
Rector
Universidad de la República


Ing. Héctor CANCELA
Decano Facultad de Ingeniería
Universidad de la República


Sr. Juan José DOMINGUEZ
Vicepresidente en ejercicio de la Presidencia
Administración Nacional de Puertos


Dra. LILIANA PETRANG
Secretaria General (Interina)
Administración Nacional de Puertos

Sin embargo, se consideró que no será suficiente para esta etapa donde el interés se centra en la calidad del efluente. Durante el ensayo de llenado de almohadillas se introducen importantes incertidumbres relacionadas con la manipulación de grandes volúmenes de agua y barro. Por esto se decidió utilizar el ensayo de filtrado de forma de tener buen control de las condiciones bajo las cuales se realizan los ensayos, asegurando una buena repetitividad.

Los ensayos de filtrado en el laboratorio se realizarán de la siguiente manera: se filtrará una muestra de aproximadamente 10 L de barro fluido previamente floculado a través de un cono formado por el material geotextil, reteniéndose el barro floculado en el geotextil y recolectando el agua de drenado en un recipiente.

El barro fluido tendrá un contenido de sólidos aproximado al 20 % en peso permitiendo la mezcla adecuada del floculante. El barro fluido a utilizar durante los ensayos se obtendrá a partir de la mezcla de las muestras de barro y agua extraídas en campo.

Los ensayos de filtrado se repetirán tres veces de forma de descartar errores de manipulación y para estimación las variaciones esperables en el efluente.

Por otro lado para tener una estimación de las condiciones esperables en campo y los efectos de las costuras del tubo y del proceso de llenado, se realizarán dos ensayos de llenado de almohadillas donde se recolectará la totalidad del efluente y se extraerá una muestra de agua para enviar a caracterizar al laboratorio.

En todos los casos el agua recolectada durante los ensayos se acondicionará para ser enviada al laboratorio para su caracterización. La caracterización incluirá:

- la determinación de pH, conductividad, OD, DBO₅, DQO, SST y SSV;
- los contenidos de metales pesados, hidrocarburos y PCB;
- los contenidos de amonio, nitratos, NKT y fósforo total;
- la realización de ensayos de ecotoxicidad del efluente.

Análisis de resultados de los ensayos

La siguiente tabla presenta un resumen de la totalidad de los ensayos de laboratorio necesarios durante la presente actividad. Como se indica al inicio de la Sección 5 los ensayos para la determinación de OD, DBO₅, DQO, pH, ST, SST, SV y SSV y conductividad del agua de mezcla y los efluentes se realizarán en la Universidad de la República y su costo se incluye en el costo total de esta actividad. Para los ensayos restantes: cromatografía, detección de metales, Hidrocarburos y PCB, determinación de amonio, nitratos, NKT y fósforo total, y ensayos ecotoxicológicos, el costo de estos análisis correrá por cuenta de la ANP y no se incluye en el costo de la presente actividad.

| Muestra | (a) | (b) | (c) | (d) | (e) | (f) | (g) |
|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Matriz sólida del barro crudo | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| Agua de la Bahía | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Floculante polimérico | 1 | | 1 | | 1 | | |
| Efluente del filtrado con agua de la Bahía | 3 | | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Efluente de la almohadilla | 2 | | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Total de ensayos por tipo | | 1 | 8 | 7 | 8 | 6 | 6 |

Aclaraciones:

- (a) Cantidad de muestras a enviar al laboratorio.
- (b) ST, SS y SV. Costo incluido en el costo de esta actividad.
- (c) Cromatografía. Costo a cargo de la ANP.
- (d) Ecotoxicidad. En el caso de los lixiviados su pertinencia dependerá del tipo de ensayo de lixiviado que se realice. Costo a cargo de la ANP.
- (e) Metales, hidrocarburos y PCB. Costo a cargo de la ANP.
- (f) pH, conductividad, OD, DBO5 y DQO, SST y SSV. Costo incluido en el costo de esta actividad.
- (g) Amonio, nitratos, NKT y fósforo total. Costo a cargo de la ANP.

En base a los resultados obtenidos en los estudios descritos anteriormente, se procederá a realizar balances de entradas y salidas de elementos conservativos. De esta forma se puede estimar la capacidad de la floculación de barros y filtrado para confinar los contaminantes contenidos en los barros dentro de los tubos geotextiles. Se realizará además una comparación de los resultados con normativa de referencia.

6 Duración y entregables

Este asesoramiento tendrá una duración de 4 meses a partir de la realización del primer pago por la ANP, como se define en el Punto 8. Al final de este periodo el IMFIA entregará un informe conteniendo los datos crudos obtenidos, el análisis de los mismos y las recomendaciones resultantes.

7 Confidencialidad

La totalidad de la información obtenida en el trabajo contratado, así como el producto final del mismo, será propiedad exclusiva de la ANP. De conformidad con lo anterior, todo el personal involucrado en el manejo y procesamiento de datos e información proporcionada por la ANP, se obliga en forma personal a mantener la más estricta confidencialidad de la misma así como aquella que se derive del desarrollo de las actividades inherentes a este estudio.

Sin perjuicio de lo anterior la información obtenida podrá ser utilizada por el IMFIA, previa comunicación a la ANP, en la elaboración de trabajos de investigación científica, presentaciones en congresos y publicación en revistas especializadas.

8 Costo y forma de pago

El costo total de las actividades será de \$400.000 (cuatrocientos mil pesos uruguayos) que la Administración Nacional de Puertos pagará a la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República.

Al inicio del asesoramiento la ANP depositará en la cuenta que indique la Facultad de Ingeniería la suma correspondiente a un 60 % del costo total referido anteriormente. El 40 % restante del costo total del asesoramiento será depositado por la ANP en la misma cuenta contra la entrega del informe final.

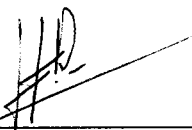
9 Rescisión

La rescisión de este Convenio podrá ser dispuesta por las autoridades de los organismos firmantes conjunta o unilateralmente, sin perjuicio de la finalización de los proyectos en ejecución, salvo disposición en contrario contenida en los documentos específicos. Asimismo, será motivo de rescisión automática el incumplimiento de las obligaciones de las partes.

10 Domicilios especiales y comunicaciones

Las partes constituyen domicilios especiales a todos los efectos del presente, los denunciados en la comparecencia y acuerdan que sea el telegrama colacionado y/o la carta con acuse de recibo el medio hábil de comunicación entre ellas.

Para constancia y como prueba de conformidad, las partes firman 2 (dos) ejemplares del mismo tenor en el lugar y fecha arriba indicados.



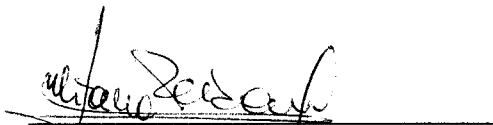
Sr. Juan José Domínguez

Vicepresidente del Directorio en ejercicio de la Presidencia
Administración Nacional de Puertos



Dr. Rodrigo Arocena

Rector
Universidad de la República



Dra. Liliana Peirano

Secretaria General (i)
Administración Nacional de Puertos



Ing. Héctor Cancela

Decano
Facultad de Ingeniería