

# Toneladas de cabello: recomendaciones para contribuir al debate frente al uso del cabello como coadyuvante a la limpieza del derrame de petróleo en Ventanilla (Lima, Perú)

Tons of hair: recommendations contributing to the debate on the use of hair as a co-adjutant in the Ventanilla crude oil spill clean-up (Lima, Peru)

Andrés de Jesús Vargas-Soplín<sup>1\*</sup>, Indira Margaret Alva-Alvarado<sup>1</sup>, Elías Castañeda-Santa Cruz<sup>1</sup>, Diego Alonso Padilla-Huamán<sup>1</sup>, María Cueva-Llaja<sup>2</sup>, Patricia Yuriko Meléndez-Avila<sup>1</sup> y Luciana Chávez-Rodríguez<sup>1</sup>

1 Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú.

2 Facultad de Ingeniería. Universidad del Pacífico. Lima-Perú.



**Citar como:** Vargas-Soplín *et al.* (2022). «Toneladas de cabello: Recomendaciones para contribuir al debate frente al uso del cabello como coadyuvante a la limpieza del derrame de petróleo en Ventanilla (Lima, Perú)». *South Sustainability*, 3(1) e055. DOI: 10.21142/SS-0301-2022-e055

Artículo recibido: 8/2/2022  
Revisado por pares  
Artículo aprobado: 4/5/2022



© Los autores, 2022. Publicado por la Universidad Científica del Sur (Lima, Perú)

\*E-mail de correspondencia:  
andresvargas\_s@hotmail.com

## RESUMEN

El reciente derrame de petróleo acontecido en Ventanilla (Lima, Perú), el pasado 15 de enero de 2022, ha puesto en debate el uso potencial de cabello como adsorbente de petróleo. Las evidencias científicas actuales y experiencias prácticas apuntan al uso de cabello de manera puntual y en pequeña escala. La sociedad civil peruana se ha movilizado en la recolección del cabello a fin de contribuir a la limpieza del derrame. Sin embargo, no se cuenta con protocolos de uso que prevengan algún tipo de perjuicio ambiental. Se sugiere el testeado previo de prototipos elaborados a partir del cabello bajo la supervisión de la autoridad ambiental competente.

**Palabras clave:** derrame de petróleo, cabello humano, Ventanilla, adsorbente

## ABSTRACT

The recent crude oil spill that occurred in Ventanilla, Lima (Peru), on January 15<sup>th</sup> 2022, has opened up the debate on the potential use of human hair as an oil adsorbent. Recent scientific evidence and practical experiences point to the use of hair on an ad hoc and small scale basis. Peruvian civil society has been mobilized to collect hair in order to contribute to the clean-up following the spill. However, there are no protocols for use capable of preventing some type of environmental damage. It is suggested that prior tests of prototypes made from collected hair be conducted, under the supervision of the appropriate environmental authority.

**Keywords:** crude oil spill, human hair, Ventanilla, adsorbent



## Introducción

El 15 de enero de 2022, en el terminal multiboyas n.º 2 de la empresa Refinería La Pampilla S. A. A, propiedad de Repsol, se produjo un derrame de petróleo superior a los 10 000 barriles frente a las playas de Ventanilla (Ministerio del Ambiente [Minam], 2022). La situación es de tal magnitud que ha puesto en peligro a la flora y fauna en dos áreas naturales protegidas: la Reserva Nacional del Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras, Islotes de Pescadores y la Zona Reservada Ancón, y además ha generado graves perjuicios a cientos de familias de pescadores (BBC News, 2022). Pese a las acciones de remediación que viene ejecutando la empresa Repsol en el área, se teme que la limpieza total y remediación de las zonas afectadas demore cerca de cinco años, según lo expresado por funcionarios del Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (Serfor) (Televisa, 2022). Asimismo, estudios sobre derrames ocurridos en otros lugares del mundo reportan que la recuperación puede tomar hasta más de 10 años y que no todos los grupos taxonómicos lograrían recuperarse (Barron et al., 2020; Keramea et al., 2021).

Este desastre ambiental ha generado respuesta en la ciudadanía en busca de contribuir con las acciones de limpieza de crudo. En ese sentido, se ha realizado campañas masivas de donación de cabello en diversas partes del país, lo que resultó en aproximadamente 2 toneladas de cabello recolectadas a nivel nacional, de acuerdo con comunicaciones personales con los agentes recolectores de la Municipalidad de Lima y colectivos ambientalistas. No obstante, no se ha comunicado con claridad el manejo y flujo del proceso que deberá tener dicho recurso para su utilización ni mucho menos su disposición final. El cabello recolectado, sin un debido protocolo y acompañamiento científico, podría tener repercusiones negativas en ecosistemas marinos, por lo que las autoridades como el Minam y el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) se han pronunciado al respecto, rechazando el uso del cabello como alternativa a este problema ambiental (*El Peruano*, 2022).

Hasta la fecha el uso de cabello como coadyuvante en la descontaminación de petróleo a gran escala no cuenta con un protocolo de uso ni normativa conocida a nivel nacional ni internacional, dado que su eficiencia no ha sido totalmente validada por la comunidad científica. Por ello, antes de cualquier tentativa de uso por parte de miembros de colectivos ambientalistas, resulta de suma importancia sintetizar la evidencia científica a la par de las experiencias de campo previas, que sugieran si el cabello tiene potencial como adsorbente de petróleo.

En ese sentido, el objetivo de este documento es sintetizar la evidencia científica junto con las experiencias previas en campo que evidencian la efectividad del cabello como adsorbente de petróleo, y brindar consideraciones

generales para el uso potencial del cabello ya recolectado, su manejo y disposición final. Cabe resaltar que el presente documento no busca fomentar el uso masivo e indiscriminado de este recurso, sino ordenarlo promoviendo el testeado previo.

## Enfoque y discusión

### Evidencias de potencialidad

Las primeras experiencias en el uso de cabello como adsorbente de petróleo datan de la década de 1970, cuando el cabello humano fue usado como agente de limpieza del derrame de petróleo en las costas de Francia (Petro Online, 2020). Sin embargo, el potencial de adsorción de petróleo fue evaluado posteriormente en 1998 mediante un reporte técnico de la NASA, que indica que el cabello humano puede adsorber entre 4,7 a 5,2 gramos de crudo por gramo de cabello (NASA, 1998).

Comparado con otros materiales, el cabello humano parece tener un potencial prometedor. Pagnucco y Phillips (2018) realizaron experimentos de adsorción de crudo con cabello humano y otros materiales, teniendo en consideración los lineamientos de la American Society for Testing and Materials (ASTM) y la Australian Maritime Safety Authority (AMSA). Se registró que los prototipos de cabello tuvieron un coeficiente de adsorción (g/g) de entre 0,5 y 1,0, mientras que los materiales convencionales (polipropileno de uso habitual, celulosa y algodón) se situaron por debajo de 0,3. Asimismo, Gupta (2014) ha señalado otras propiedades del cabello humano, como su reutilización de hasta 100 veces y recuperación de hasta 98 % del crudo removido. Estas características han sido señaladas, a su vez, por Ukotije-Ikwut et al. (2016) de manera empírica, en donde el crudo fue recuperado hasta en un 99,4 %, a la vez que no hubo cambios significativos en ratio de adsorción en su cuarta reutilización.

Adicionalmente, Ifelebuegu et al. (2015) y Ukotije-Ikwut et al. (2016) encontraron que el cabello de origen africano tiene mayor capacidad de adsorción comparado con cabellos de origen europeo y asiático, debido a su estructura porosa y con mayor presencia de cutículas. Asimismo, Ifelebuegu et al. (2015) y Ukotije-Ikwut et al. (2016) reportaron que el cabello adsorbe la mayor cantidad en los primeros 5 minutos de exposición al crudo. El equilibrio de adsorción se alcanza antes del minuto 60 y llega a acumular entre 3 a 9 veces su peso en petróleo.

Condiciones diferentes a escala laboratorio no han sido hasta la fecha reportadas por la comunidad científica. Sin embargo, existen evidencias empíricas de uso de cabello para descontaminación de petróleo como los de la asociación civil Matter of Trust, mediante el empleo de dispositivos llamados «hair-booms», que consisten en mechones de cabello o fibra animal en mallas de nailon (Matter of Trust, 2022). Un caso de éxito reportado por la asociación fue la remoción de petróleo en la bahía de San Francisco en 2007 (Bland, 2008).

El caso más reciente de uso de cabello fue reportado en julio de 2020. Con apoyo de la población local e internacional (ABC News, 2020), se construyeron «hair-booms» con aditamentos de flotación para limpiar los arrecifes de coral de la isla Mauricio, parte de la República de Mauricio, afectadas por un derrame de petróleo estimado en 1000 toneladas (Euronews, 2020). En este caso tampoco se reportó la contribución de los «hair-booms» en la limpieza total del crudo derramado y no se tiene información del estado actual del derrame. Otras experiencias de uso de cabello incluyen la iniciativa de Fettfress Hair en Kiel (Alemania), que buscan usar «hair-booms» para adsorber bloqueador solar, grasa y combustibles en el fiordo de Kiel (Fettfress Hair, 2022).

### Limitaciones en su uso

La literatura científica señala la potencialidad del cabello humano como agente adsorbente de petróleo. Sin embargo, existen algunos factores que limitan su eficiencia que deben ser tomados en cuenta al momento de desarrollar y testear dispositivos de adsorción y protocolos de acción ante derrames.

Pagnucco y Phillips (2018) señalaron una amplia variabilidad de los coeficientes de adsorción para el cabello debido a la heterogeneidad del material. Asimismo, notaron la limitada flotabilidad del cabello, así como una mayor adsorción de agua en comparación con materiales sintéticos. Adicionalmente, enfatizaron que el cabello debe ser recubierto con redes adecuadas para prevenir el escape de fibras ya contaminadas. También se debe considerar el pretratamiento del cabello químicamente modificado con tintes.

Otro aspecto es que la eficiencia de adsorción de crudo puede verse afectada por el tipo de superficie que se desea limpiar. Murray *et al.* (2020) encontraron que el cabello humano y otras fibras como pelaje de perro reducen su capacidad de adsorber crudo en superficies porosas como la arena (5 %-20 % del crudo inicial), mientras que en superficies no porosas y semiporosas la adsorción puede variar entre 60 % a 85 % del crudo inicial.

En comunicaciones personales con Matter of Trust se señaló que la máxima eficiencia de los «hair-booms» en la remoción de petróleo ocurre dentro en las primeras 72 horas de ocurrido el derrame. Por ese motivo, existe la probabilidad de que acciones posteriores a este periodo registren tasas de eficiencia menores a los reportados en la literatura.

Por último, si bien las iniciativas en campo, incluyendo las de Matter of Trust y en la isla Mauricio, reportan extracciones puntuales, no se han encontrado evidencias del uso a gran escala comparado con la magnitud del derrame de Ventanilla.

## Conclusiones y recomendaciones

Teniendo en cuenta la base científica y la experiencia práctica registrada hasta el momento, consideramos necesario explorar las posibilidades del uso de cabello como coadyuvante en la remoción de petróleo en el mar.

Como punto de partida, los prototipos de dispositivos con cabello deben ser sometidos a un testeo previo que evalúe dos aspectos importantes: (i) la eficiencia de adsorción, expresado en masa de crudo adsorbido por masa de cabello utilizado para cada tipo de prototipo, y (ii) la resistencia de los prototipos de cabello al oleaje y exposición al agua salada. El factor limitante de uso dentro de las primeras 72 horas también debe ser parte de los parámetros de evaluación, a fin de determinar con precisión las condiciones de máxima eficiencia.

Recomendamos que los prototipos deben ser diseñados con condiciones de tamaño estándar, de modo que los tiempos de saturación sean similares y su uso sea más eficiente. Para ello, pueden realizarse pruebas de tiempos de saturación, con la finalidad de determinar el tiempo óptimo de uso de los dispositivos y evaluar la temporalidad de recambio de prototipos saturados, no solo con petróleo sino también con agua. Asimismo, se pueden incluir el uso de cañas o botellas de plástico como aditamentos de flotación, al igual que se realizó en el caso de la isla Mauricio (ABC News, 2020). De igual forma, se sugiere que las evaluaciones de eficiencia de adsorción sean diferenciados por el tipo de cabello o fibra de origen animal, y vayan de la mano con la medición de parámetros de campo, tales como pH, temperatura, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto, además de parámetros determinables por ensayos de laboratorio, como concentración de hidrocarburos totales de petróleo para categorías 2 y 4, en contraste con los Estándares de Calidad Ambiental para agua, aprobados por Decreto Supremo 004-2017-MINAM.

Sugerimos también que los testeos sean realizados de manera puntual, en zonas donde se hayan realizado trabajos previos de remoción de crudo o en superficies no porosas y semiporosas (rocas), donde su eficiencia a escala de laboratorio ha sido comprobada (Murray *et al.*, 2020), teniendo en cuenta que su uso para superficies porosas (como la arena) es ineficiente (Murray *et al.*, 2020).

El testeo debe realizarse por personal calificado y debidamente equipado con la protección personal necesaria. No se recomienda, de ninguna forma, realizar testeos de dispositivos si no se cuenta con la logística necesaria para disponerlos de acuerdo con la ley, ya sea derivándolos a un relleno de seguridad o a una planta de incineración.

Luego de comprobar la efectividad y resistencia del prototipo, y en caso las autoridades y los expertos en la materia lo consideren pertinente, los usos recomendados del cabello como agente coadyuvante a mecanismos



ya existentes deberán limitarse a pequeña escala en zonas puntuales o rocas accesibles, donde se facilite el manejo del prototipo y los mecanismos más sofisticados no puedan ingresar. En todo momento se debe tener en cuenta el riesgo de rotura de dispositivos y planes de acción en caso de liberación de cabello contaminado.

Los dispositivos basados en cabello pueden significar una alternativa de bajo costo para respuesta inmediata en zonas del país sumamente remotas y de poca accesibilidad logística con riesgo de derrame por hidrocarburos, como, por ejemplo, la provincia del Datem del Maraón en el departamento de Loreto.

Finalmente, los trabajos de testeo generan nuevas oportunidades para el inicio de líneas de investigación y desarrollo, además de innovar en la gestión de residuos sólidos y medidas futuras de contingencia ante los derrames de petróleo ocurridos en territorio nacional.

## Referencias bibliográficas

- ABC News. (2020). «Sydney salons stockpiling recycled human hair to help clean Mauritius oil spill». ABC News. Disponible en: <https://www.abc.net.au/news/2020-08-26/sydney-salons-stockpile-hair-to-clean-mauritius-oil-spill/12589724>
- Barron, M. G., Vivian, D. N., Heintz, R. A., Yim, U. H. (2020). «Long-term ecological impacts from oil spills: Comparison of Exxon Valdez, Hebei Spirit, and Deepwater Horizon». *Environmental Science & Technology*, 54, pp. 6456-6467. Disponible en: [https://doi.org/10.1021/ACS.EST.9B05020/ASSET/IMAGES/MEDIUM/ES9B05020\\_0006.GIF](https://doi.org/10.1021/ACS.EST.9B05020/ASSET/IMAGES/MEDIUM/ES9B05020_0006.GIF)
- BBC News. (2022). «Perú declara la emergencia ambiental por el derrame de petróleo provocado por el tsunami en Tonga». BBC News Mundo. Disponible en: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-60034745>
- Bland, A. (2008). Bad Hair Day. Disponible en: <https://orionmagazine.org/article/bad-hair-day/>
- El Peruano*. (2022). «Uso del cabello es una herramienta poco efectiva». Disponible en: <https://elperuano.pe/noticia/138026-uso-del-cabello-es-una-herramienta-poco-efectiva>
- Euronews. (2020). «Mauritius oil spill: Volunteers use hair and stockings to limit damage». Euronews. Disponible en: <https://www.euronews.com/green/2020/08/10/mauritius-oil-spill-volunteers-use-hair-and-stockings-to-limit-damage>
- Fettfresh Hair. (2022). «Fettfresh Hair - Clean our oceans». Disponible en: <https://www.fettfreshhair.de/>
- Gupta, A. (2014). «Human hair “waste” and its utilization: Gaps and possibilities». *Journal of Waste Management*, 2014, pp. 1-17. Disponible en: <https://doi.org/10.1155/2014/498018>
- Ifelebuegu, A. O., Anh Nguyen, T. V., Ukotije-Ikwut, P. y Momoh, Z. (2015). «Liquid-phase sorption characteristics of human hair as a natural oil spill sorbent». *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 3, pp. 938-943. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jece.2015.02.015>
- Keramea, P., Spanoudaki, K., Zodiatis, G., Gikas, G. y Sylaios, G. (2021). «Oil spill modeling: A critical review on current trends, perspectives, and challenges». *Journal of Marine Science and Engineering*, 9, pp. 1-41. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/jmse9020181>
- Matter of Trust. (2022). «Projects – Hair Mats & Oil Spills». Disponible en: <https://matteroftrust.org/clean-wave-program/>
- Ministerio del Ambiente, Minam. (2022). «A dos meses del derrame de petróleo de Repsol conozca el último reporte de las acciones diarias en respuesta a la emergencia ambiental». Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/minam/noticias/590391-a-dos-meses-del-derrame-de-petroleo-de-repsol-conozca-el-ultimo-reporte-de-las-acciones-diarias-en-respuesta-a-la-emergencia-ambiental>
- Murray, M. L., Poulsen, S. M. y Murray, B. R. (2020). «Decontaminating terrestrial oil spills: A comparative assessment of dog fur, human hair, peat moss and polypropylene sorbents». *Environments MDPI*, 7, pp. 1-8. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/environments7070052>
- National Aeronautics and Space Administration, NASA. (1998). «Space Act Agreement 97001 (BEPS) Results».
- Pagnucco, R. y Phillips, M. L., (2018). «Comparative effectiveness of natural by-products and synthetic sorbents in oil spill booms». *Journal of Environmental Management*, 225, pp. 10-16. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.07.094>
- Petro Online. (2020). «Why is human hair good for oil spills?». Disponible en: <https://www.petro-online.com/news/analytical-instrumentation/11/breaking-news/why-is-human-hair-good-for-oil-spills/53166>
- Televisa. (2022). *Derrame de petróleo en Perú. Perú rescindiría contrato con Repsol*. [Archivo de video]. YouTube. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=fidOS-Jlj64>
- Ukotije-Ikwut, P. R., Idogun, A. K., Iriakuma, C. T., Aseminaso, A. y Obomanu, T. (2016). A novel method for adsorption using human hair as a natural oil spill sorbent. *International Journal of Scientific and Engineering Research*, 7(8).

## Contribución de autoría

AVS, IAA e YMA se encargaron de la concepción del proyecto, la revisión bibliográfica, la redacción del manuscrito, la revisión y la edición. ECC, DPH y MCL tuvieron a su cargo la revisión y la edición. LCR se encargó de la concepción del proyecto, la redacción del manuscrito, la revisión y la edición.

## Fuente de financiamiento

Este trabajo fue autofinanciado.

## Conflicto de interés

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de interés.