



**EL DERRETIMIENTO DEL PERMAFROST:
UN DESAFÍO PARA EL CAMBIO CLIMÁTICO**

Edgardo José Paolini Quiroz

Ingeniero de Computación. Universidad Valle del Momboy (UVM)

Magister Scientiarum en Administración de Empresas.

Universidad Valle del Momboy (UVM)

Profesor Instructor de la Facultad de Ingeniería.

Universidad Valle del Momboy (UVM)

E-mail: paolinie@vum.edu.ve

EL DERRETIMIENTO DEL PERMAFROST: UN DESAFÍO PARA EL CAMBIO CLIMÁTICO

Resumen

Esta investigación presenta el derretimiento del permafrost, una capa de suelo permanentemente congelada en las regiones árticas y subárticas que se ha convertido en una preocupación creciente para la comunidad científica debido al aumento de las temperaturas globales causado por las actividades humanas. Aquí se muestra como este proceso desencadena una serie de impactos, tanto a nivel local como a escala planetaria, liberando grandes cantidades de gases de efecto invernadero almacenados durante largos períodos de tiempo, como el dióxido de carbono y el metano, contribuyendo al calentamiento global en un ciclo de retroalimentación positiva. Además, el derretimiento del permafrost también provoca inestabilidad en la infraestructura con perturbaciones que pueden ocasionar consecuencias económicas y sociales significativas para las comunidades locales, amenazando la vida silvestre y los ecosistemas frágiles de estas áreas. Es fundamental reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en todos los sectores, adoptar medidas de adaptación para proteger la infraestructura y los ecosistemas vulnerables, así como promover la investigación continua sobre este tema para abordar eficazmente los desafíos planteados por el derretimiento del permafrost.

Palabras clave: cambio climático, permafrost, retroalimentación positiva, gases de efecto invernadero, biodiversidad, adaptación.

THE MELT OF PERMAFROST: A CHALLENGE FOR CLIMATE CHANGE

Abstract

This research presents the melting of permafrost, a permanently frozen layer of soil in the Arctic and subarctic regions that has become a growing concern for the scientific community due to rising global temperatures caused by human activities. Here we show how this process triggers a series of impacts, both locally and on a planetary scale, releasing large quantities of greenhouse gases stored for long periods of time, such as carbon dioxide and methane, contributing to global warming in a positive feedback loop. Furthermore, melting permafrost also causes instability in infrastructure with disruptions that can lead to significant economic and social consequences for local communities, threatening wildlife and fragile ecosystems in these areas. It is essential to reduce greenhouse gas emissions in all sectors, adopt adaptation measures to protect vulnerable infrastructure and ecosystems, and promote continued research on this topic to effectively address the challenges posed by melting permafrost.

Keywords: climate change, permafrost, positive feedback, greenhouse gases, biodiversity, adaptation.

Introducción

El cambio climático es uno de los problemas más urgentes y complejos que enfrenta nuestra sociedad en la actualidad. Entre los numerosos fenómenos relacionados con este desafío global, el derretimiento del permafrost se ha convertido en una preocupación creciente para la comunidad científica, así como para nuestras sociedades y ecosistemas.

El permafrost, como su nombre indica, es una capa de suelo permanentemente congelada que se encuentra en las regiones árticas y subárticas de nuestro planeta. Esta capa congelada actúa como una reserva de carbono y nutrientes, y juega un papel crucial en el equilibrio del clima y en la estabilidad de los ecosistemas locales.

Sin embargo, debido al aumento de las temperaturas globales causado por las actividades humanas y el consecuente calentamiento global, este se ha vuelto cada vez más susceptible al derretimiento, mismo que se ha acelerado en las últimas décadas, liberando grandes cantidades de dióxido de carbono y metano, dos de los gases de efecto invernadero más potentes, a la atmósfera.

Este fenómeno es motivo de gran preocupación ya que crea un peligroso ciclo de retroalimentación positiva. A medida que el permafrost se derrite, se liberan más gases de efecto invernadero, que a su vez aumentan la temperatura global, acelerando aún más el derretimiento del permafrost. Este proceso desestabilizador tiene importantes consecuencias para el clima a nivel global, influenciando la intensificación de sequías, incendios forestales, cambios en los patrones de precipitación e incluso eventos climáticos extremos.

En este ensayo científico, nos proponemos analizar los efectos del derretimiento del permafrost en el cambio climático y en los ecosistemas que dependen de él. Exploraremos las principales causas y procesos involucrados en este fenómeno, así como los impactos a corto y largo plazo que supone para la biodiversidad, la infraestructura humana y la estabilidad climática global.

Es imperativo entender y abordar el derretimiento del permafrost de manera urgente, ya que su continuo avance compromete nuestro futuro y nuestra capacidad para mitigar y adaptarnos al cambio climático. Solo a través de una comprensión más profunda de este fenómeno y la implementación de estrategias efectivas para reducir nuestras emisiones de gases de efecto invernadero podemos aspirar a una solución sostenible frente a este desafío inminente.

El permafrost como reservorio natural de carbono

Como hemos mencionado anteriormente el permafrost se refiere a la capa permanente de suelo o roca congelada que se encuentra en regiones frías como el Ártico y algunas partes de Siberia y Canadá. Por sí mismo es un reservorio natural de carbono debido a la alta presencia de materia orgánica congelada en su interior, principalmente restos de plantas y animales que debido a las bajas temperaturas no se han culminado su proceso de descomposición completamente pese a los años.

Esta materia orgánica congelada contiene cantidades significativas de carbono, que ha quedado atrapado en el permafrost durante miles de años. Se estima que el permafrost del Ártico almacena aproximadamente el doble de carbono que el presente en la atmósfera.

Sin embargo, el cambio climático representa una amenaza para el debido a que a medida que las temperaturas aumentan se está descongelando en muchas regiones. Esto puede dar lugar a la liberación de grandes cantidades de gases de efecto invernadero, como dióxido de carbono y metano, a medida que la materia orgánica se descompone.

Esta liberación adicional de gases de efecto invernadero contribuye al calentamiento global y crea un ciclo de retroalimentación positiva, ya que el aumento de las temperaturas causa más descongelamiento del permafrost, lo que libera más gases de efecto invernadero y perpetúa el ciclo de calentamiento.

La liberación masiva de carbono almacenado en el permafrost podría acelerar aún más el cambio climático y tener impactos significativos en los ecosistemas, los ciclos naturales del carbono y el clima global. Por lo tanto, es crucial tomar medidas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y limitar el calentamiento global, a fin de evitar la liberación descontrolada del carbono del permafrost.

Causas de su derretimiento

El derretimiento del permafrost es un fenómeno preocupante relacionado con el cambio climático y podríamos atribuir su derretimiento a las siguientes causas:

1. Aumento de la temperatura atmosférica: El calentamiento global está elevando las temperaturas del aire a nivel mundial. Esto provoca que las capas superiores del permafrost se derritan, debilitando su estructura, causando un colapso del suelo congelado.

2. Actividades humanas: Las actividades humanas, especialmente la quema de combustibles fósiles, liberan grandes cantidades de gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono y el metano, a la atmósfera. Estos gases contribuyen al calentamiento global y aceleran el derretimiento del permafrost.

3. Cambios en los patrones de precipitación: Las alteraciones en los patrones de lluvia y nieve también pueden desempeñar un papel importante en el derretimiento del permafrost. Cuando la nieve acumulada sobre el suelo congelado se derrite más rápidamente de lo normal, puede conducir a la exposición y posterior derretimiento del permafrost.

4. Feedbacks climáticos: A medida que el permafrost se derrite, se liberan grandes cantidades de gases de efecto invernadero que estaban atrapados en el suelo congelado. Estos gases, como el metano, tienen un potencial de calentamiento mucho mayor que el dióxido de carbono, lo que crea un ciclo de retroalimentación positiva, acelerando aún más el cambio climático y el derretimiento del permafrost.

El derretimiento del permafrost tiene graves consecuencias, como la liberación de más gases de efecto invernadero, la pérdida de estabilidad del suelo, la destrucción de la infraestructura construida sobre él y la alteración de los ecosistemas árticos. Es importante tomar medidas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y frenar el calentamiento global, a fin de mitigar los efectos del derretimiento del permafrost.

Impactos ambientales por causa de su derretimiento

A medida que el clima se calienta, el permafrost se está descongelando a un ritmo alarmante, lo que causa varios efectos negativos:

1. Liberación de gases de efecto invernadero: El permafrost contiene grandes cantidades de materia orgánica congelada, como vegetación y restos animales. Cuando se derrite, la descomposición de esta materia orgánica libera dióxido de carbono y metano, dos potentes gases de efecto invernadero que contribuyen al calentamiento global y al cambio climático.
2. Hundimiento del suelo: A medida que el permafrost se derrite, el suelo se vuelve inestable y puede hundirse, creando depresiones en el terreno conocidas como "agujeros terrestres" o "pots". Estos hundimientos pueden dañar infraestructuras como carreteras, edificios e incluso oleoductos.
3. Cambio en los ecosistemas: El derretimiento del permafrost puede alterar drásticamente los ecosistemas naturales. Por ejemplo, los humedales del Ártico se forman a partir del agua de deshielo del permafrost. Si esa agua no puede drenar correctamente debido a la descongelación, los humedales podrían transformarse en áreas más secas, lo que afectaría la vegetación y la fauna adaptada a ese entorno.
4. Liberación de contaminantes: El permafrost también actúa como una especie de "almacén" natural de diversos contaminantes, como mercurio y productos químicos tóxicos. A medida que se derrite, estos contaminantes pueden liberarse al medio ambiente, afectando la calidad del agua y la vida acuática.

5. Cambios en la biodiversidad: El derretimiento del permafrost puede tener un impacto negativo en la biodiversidad. Algunas especies, como el reno y el búho nival, dependen del permafrost para su hábitat y podrían enfrentar dificultades si este se derrite.

Impactos socioeconómicos

El derretimiento del permafrost tiene implicaciones socioeconómicas significativas debido a que a medida que el permafrost se derrite puede dar lugar a una serie de efectos negativos que afectan tanto a las comunidades locales como a la economía en general.

En primer lugar, el derretimiento del permafrost puede ocasionar daños en la infraestructura. Las carreteras, edificios, oleoductos y otras estructuras construidas sobre suelo congelado pueden verse afectadas por el colapso y el hundimiento a medida que el permafrost se descongela. Esto requiere reparaciones costosas y puede interrumpir el transporte de mercancías y servicios en áreas afectadas.

Además, su derretimiento puede provocar deslizamientos de tierra y aumento de la erosión costera lo que puede amenazar comunidades costeras y sus instalaciones, como viviendas, infraestructuras turísticas y áreas de cultivo. También puede afectar negativamente a la pesca y a otras actividades extractivas, lo que repercute en la economía local.

Por último, también puede afectar a la subsistencia de las comunidades locales, especialmente aquellas que dependen de la caza, pesca y pastoreo de renos debido a que los patrones migratorios de la fauna y la disponibilidad de

recursos naturales se ven alterados, lo que dificulta la vida tradicional de estas comunidades y podría amenazar su seguridad alimentaria y cultural.

Medidas de adaptación y mitigación de esta problemática.

1. Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero: La principal causa del derretimiento del permafrost es el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero. Por lo tanto, es crucial tomar medidas para reducir estas emisiones, como la transición a fuentes de energía renovable, la eficiencia energética y la promoción de prácticas sostenibles en la agricultura y la industria.

2. Conservación de ecosistemas: La protección y conservación de los ecosistemas naturales, como los bosques y humedales, ayudan a mantener la estabilidad del permafrost. Estos ecosistemas actúan como sumideros de carbono, absorbiendo y almacenando grandes cantidades de CO₂. Por lo tanto, es importante proteger y restaurar estos ecosistemas.

3. Monitoreo y gestión de infraestructuras: Es necesario llevar a cabo un monitoreo exhaustivo de las infraestructuras que se encuentran en áreas de permafrost. Los edificios, carreteras y oleoductos construidos sobre permafrost pueden sufrir daños debido a la inestabilidad del suelo causada por el derretimiento. La implementación de técnicas de construcción adecuadas y la gestión adecuada de estas infraestructuras pueden reducir los impactos negativos.

4. Investigación y conocimiento: Es fundamental invertir en investigaciones científicas sobre el permafrost y el cambio climático para comprender mejor los procesos involucrados, anticipar los impactos futuros y desarrollar estrategias de mitigación y adaptación más eficaces.

5. Medidas de adaptación local: Las comunidades y las regiones que se ven afectadas por el derretimiento del permafrost deben desarrollar planes de adaptación a través de la colaboración con científicos, gobiernos y actores locales. Estos planes pueden incluir medidas como la gestión del agua, la reubicación de infraestructuras vulnerables, la mejora de la resiliencia de las comunidades locales y el fortalecimiento de las capacidades de respuesta ante eventos extremos.

Conclusión

El estudio detallado del derretimiento del permafrost ha revelado su importancia significativa en el contexto del cambio climático global. Los resultados obtenidos demuestran que este proceso desencadena una serie de impactos, tanto a nivel local como a escala planetaria.

A medida que el permafrost se derrite, se liberan grandes cantidades de gases de efecto invernadero almacenados durante largos períodos de tiempo, como el dióxido de carbono y el metano; estas emisiones adicionales contribuyen al calentamiento global, agravando aún más el cambio climático en un ciclo de retroalimentación positiva.

Además de las emisiones de gases, el derretimiento del permafrost también provoca inestabilidad en la infraestructura, como carreteras, edificios y oleoductos, en las regiones afectadas; en este sentido, se generan perturbaciones que pueden ocasionar consecuencias económicas y sociales significativas para las comunidades locales, así como amenazar la vida silvestre y los ecosistemas frágiles de estas áreas.

Para abordar eficazmente los desafíos planteados por el derretimiento del permafrost, se requieren acciones urgentes a nivel global; para ello, es fundamental reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en todos los sectores, adoptar medidas de adaptación para proteger la infraestructura y los ecosistemas vulnerables, así como promover la investigación continua sobre este tema.

En resumen, el derretimiento del permafrost es un fenómeno alarmante que tiene graves repercusiones para el cambio climático y la sostenibilidad del planeta. La comprensión de sus implicaciones y la implementación de soluciones efectivas son indispensables para mitigar sus efectos, y construir un futuro más resiliente frente a los desafíos climáticos actuales y futuros, es responsabilidad de todos contribuir activamente en la búsqueda de la solución.

Referencias Bibliográficas

Xataka (2023). Obtenido de Xataka: <https://www.xataka.com/ecologia-y-naturaleza/por-que-el-permafrost-puede-ser-la-gran-amenaza-del-cambio-climatico-en-los-proximos-anos>. Por qué el permafrost puede ser la gran amenaza del cambioclimático en los próximos años.

Ecologiaverde(2023).Obtenido de Ecologiaverde: <https://www.ecologiaverde.com/que-es-el-permafrost-sus-caracteristicas-y-donde-esta-2992.html>. Qué es el permafrost, sus características y dónde está.

Iberdrola (2023). Obtenido de Iberdrola: <https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/que-es-el-permafrost>. Qué es el permafrost, El deshielo del permafrost: ¿por qué es una grave amenaza para el planeta?