



## Primeros registros de permafrost en depósitos cuaternarios en los alrededores de la estación Machu Picchu (Antártida)

Wai Long Ng Cutipa<sup>(1)</sup>, Luis Cerpa Cornejo<sup>(1)</sup>

<sup>1</sup> Instituto Geológico Minero y Metalúrgico

### RESUMEN

El estudio del permafrost es ampliamente realizado tanto en los polos norte y sur, como en regiones montañosas en todo el mundo. Actualmente existe una gran preocupación, debido a que las áreas de permafrost se están reduciendo a causa del aumento de la temperatura producido por el cambio climático. El presente trabajo, muestra los primeros registros de permafrost en los alrededores de la Estación Científica Antártica Machu Picchu (ECAMP) muy cerca de la superficie, tanto de manera directa mediante excavaciones, como empleando dataloggers de temperatura. El análisis de datos corresponde a sensores instalados en el ANTAR XXIV (2017) y XXV (2018). El gran descubrimiento y preocupación, es el permafrost ubicado debajo del módulo principal de la estación, que sería de reciente formación a causa de generar menor radiación y propiciar menor temperatura en la base de la estación.

*Palabras clave:* permafrost, suelo congelado, temperatura.

### INTRODUCCIÓN Y UBICACIÓN

Las investigaciones en la Antártida se desarrollaron a partir del ANTAR I en 1988. A la fecha, van 25 expediciones realizadas en el cual participaron diversas instituciones y se realizaron trabajos en múltiples áreas, como biología, meteorología, física, cartografía, y también geología. De este último, el INGEMMET viene participando desde el ANTAR II realizando trabajos de geología local, geodinámica y peligros geológicos, es-

tratigrafía, petrografía, litogeoquímica, geofísica, paleontología, micropaleontología, hidrogeología y geología marina, estos dos últimos desarrollados en las últimas expediciones. Este resumen, es parte del proyecto “Estudio Hidrogeológico del acuífero Machu Picchu, desde el punto de vista hidroclimático”, desarrollado desde el ANTAR XXIII (2014).

La Estación Científica Antártica Machu Picchu (ECAMP), se encuentra en Punta Crepín, Bahía Almirantazgo, Isla Rey Jorge, Península Antártica. Es una estación temporal en la cual se desarrollan investigaciones sólo durante el verano austral (diciembre a marzo).

### METODOLOGÍA

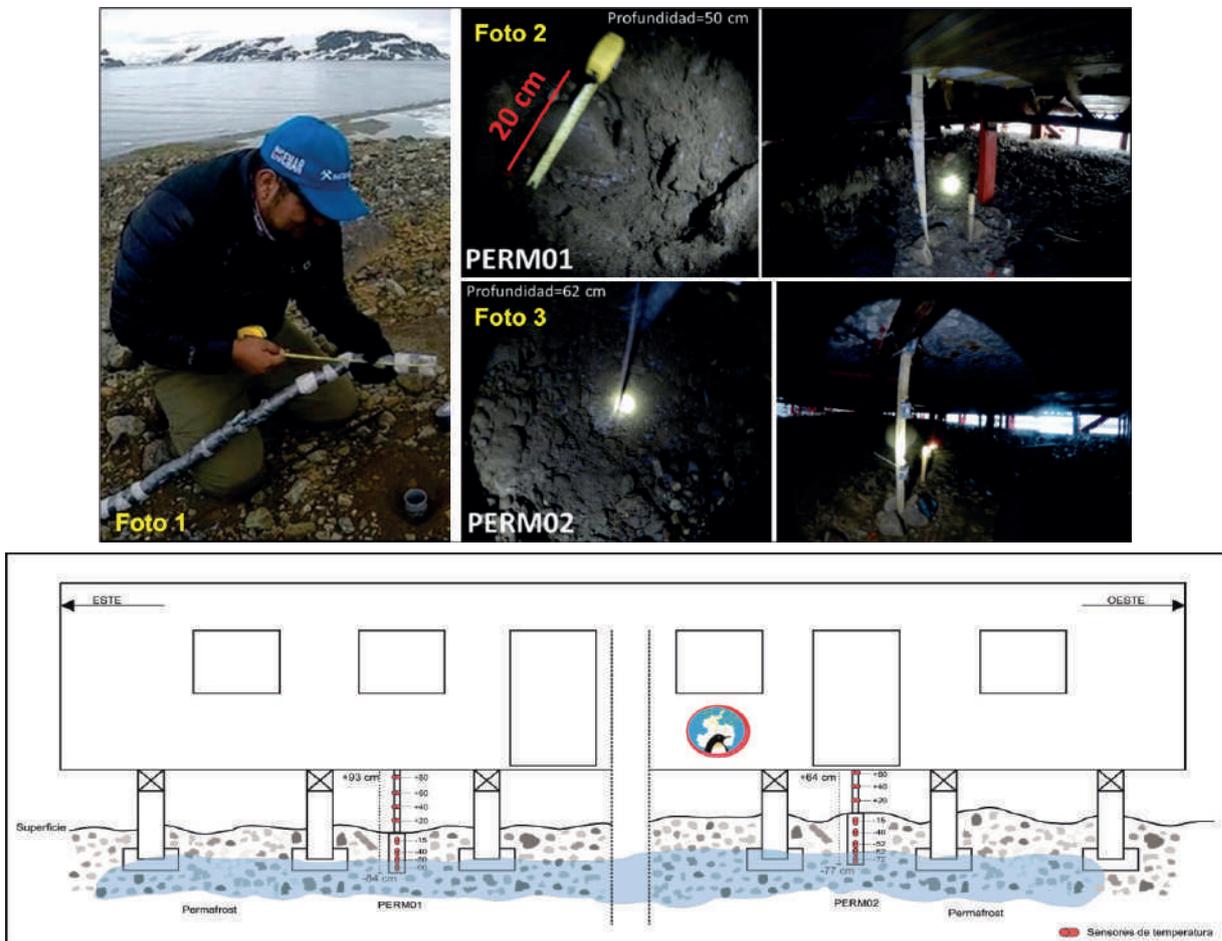
El registro e identificación de permafrost, se realiza mediante una varilla hincándolo en la superficie, mediante registros de temperatura en el subsuelo a través de hoyos, a través de estudios geoelectrónicos y también mediante perforaciones. En esta investigación, se empleó datalogger de temperatura, marca HOB0, modelos UA-001-64 y UA-002-64. El registro de datos se programó cada 30 minutos y se instalaron a profundidades de 30, 50 y 100 centímetros. Primero se realizó una excavación de 3” aproximadamente y se colocó un tubo de PVC de 2” sellado en la base, los dataloggers se introducen separados por una cuerda y envueltos con burbupack para evitar recirculación de aire y cambios de temperatura entre cada sensor. Finalmente se tapa y queda al nivel de la superficie. También se empleó los mismos

sensores para obtener temperaturas relativas del ambiente, instalándose a 1.5 metros de altura. Los sensores tienen un rango de medida de  $-20$  a  $70$  °C en el aire y de  $-20$  a  $50$  °C en el agua, una exactitud de  $\pm 0.53$  °C de  $0$  a  $50$  °C, y una resolución de  $0.14$  °C @  $25$  °C.

## RESULTADOS

Los diversos sensores instalados (52) muestran que sólo existen indicios de permafrost en la base del pico Admiralen (lado izquierdo del glaciar Znosko, BAP12-050) a partir de 45 cm de profundidad en depósitos glaciares, y en el cerro Salkantay (BAP05-100) a 100 cm de profundidad

(foto 1) en depósitos glaciares también. Sin embargo, los últimos días de la expedición ANTAR XXV, a través de excavaciones en la base de la estación con fines de mantenimiento de la estructura, se encontraron diversos foros con suelo congelado en depósitos marinos. Los últimos dos días se procedió a realizar excavaciones en dos puntos (PERM01 y PERM02, fotos 2 y 3 respectivamente) para constatar la presencia de suelo congelado e instalar sensores de temperatura en el subsuelo y el ambiente (entre la superficie y el base de la estación, figura 1). En este último se instalaron 16 sensores de temperatura en el subsuelo y ambiente.



Los datos de temperatura de BAP05-100 (a 100 cm de profundidad) muestran que los valores en el verano austral 2016-2017 fueron positivos. Luego los valores permanecen negativos durante el invierno 2017, y se mantienen por debajo de 0 °C incluso hacia el verano austral 2017-2018. Una

muestra de ello es lo observado en la foto 1, donde el sensor se encuentra congelado y cubierto por hielo. En este punto, la existencia de permafrost a esa profundidad se confirmaría con los datos al 2019 para ver si también permaneció por debajo de 0 °C.

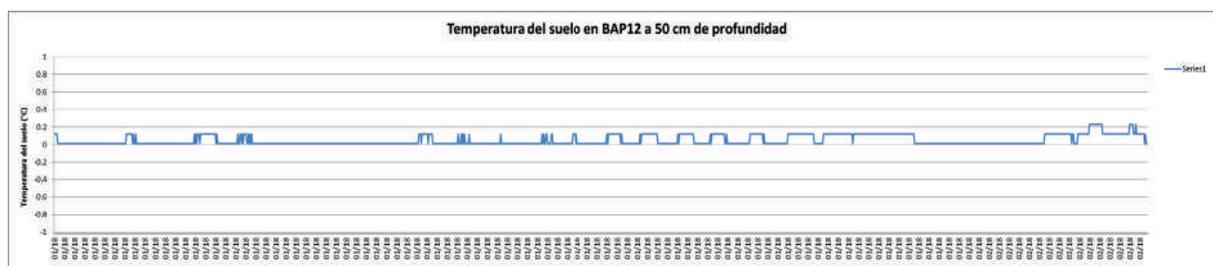


Figura 2 Variación de temperaturas del suelo a 50 cm de profundidad en la estación BAP12.



Figura 3 Variación de temperaturas del suelo a 100 cm de profundidad en la estación BAP05.

Finalmente, en el sector de debajo de la estación (figura 1), al encontrarse numerosos foros con suelo congelado, se infiere que el permafrost formado se debe a que la estación genera sombra y propicia una temperatura menor en el ambiente, como de zona de acumulación de nieve y hielo; que peritan que la formación de permafrost reciente. Los sensores instalados nos darán una primera respuesta y confirmación de ello.

## CONCLUSIONES

En los alrededores de la ECAMP, existen 3 zonas con presencia de permafrost entre 45 y 100 cm de profundidad, muy cerca de la superficie. En la base del pico Admiralen y el cerro Salkantay, corresponderían a permafrost más antiguos, mientras que debajo del módulo principal de la estación, sería más reciente.

La existencia de permafrost debajo del módulo principal de la estación, se debería a que la infraestructura genera una zona con menor incidencia de radiación y temperatura, que ocasiona que el suelo se mantenga congelado a dichas profundidades.

El estudio del permafrost debajo del módulo principal de la estación, así como su caracterización y variación espacial y temporal, es de gran importancia, debido a que con el aumento de la temperatura (cambio climático), este permafrost podría descender, ocasionando que el suelo congelado pierda consistencia y pueda producir subsidencias en las estructuras del módulo central.

## AGRADECIMIENTOS:

Las investigaciones en la Antártida, son impulsadas y financiadas por la Dirección de Asuntos Antárticos del Ministerio de Relaciones Exteriores, a quienes agradecemos por todo el apoyo brindado para la ejecución del proyecto “Estudio hidrogeológico del acuífero Machu Picchu, desde el punto de vista hidroclimático” y la realización de esta publicación. También agradecemos al Comando de Operaciones Antárticas del Ejército del Perú, por todo el apoyo y facilidades durante nuestra estadía en la ECAMP.