



DEGLACIACIÓN DE LA CORDILLERA BLANCA-PERÚ Y SU RELACIÓN CON EL EFECTO INVERNADERO

Ing. César Portocarrero Rodríguez¹
sesgo@hotmail.com
(Perú)

RESUMEN

Estamos viviendo la época del cambio global que no solamente se refiere a los cambios desde el punto de vista socioeconómico sino también al comportamiento que nos presenta el medio ambiente terrestre por el período que actualmente vivimos del fenómeno invernadero creciente, deglaciación y cambio de ciclos hidrológicos.

Durante la década del 70 se estableció el decenio hidrológico y en la siguiente década el programa hidrológico internacional y luego de las conclusiones de la evaluación del recurso hídrico estamos actualmente inmersos en el programa geósfera biósfera del cambio global de clima.

Desde diferentes puntos de vista se ha venido analizando el clima pasado, la investigación de los patrones climatológicos pasados (si es que hubo) y en base a tal conocimiento se busca conocer o establecer con cierta aproximación que nos ofrecerá el clima en el futuro.

Palabras Claves: Efecto Invernadero, deglaciación, Cordillera Blanca, Ancash, cambio climático.

1. INTRODUCCIÓN

Vivimos una época de deglaciación desde la Pequeña Edad de Hielo que tuvo durante su pico crítico en el siglo XVI y terminó a mediados del Siglo XIX. Sin embargo, durante este proceso de deglaciación se ha presentado una nueva variable representada por la acción antrópica, ya que está demostrado que el hombre se ha convertido en un factor de cambio climático.

Como es de suponer existen personas convencidas de las evidencias de este fenómeno y también existen otras que consideran que es solamente un mito.

Al margen de las discusiones, en Perú y en el trópico fundamentalmente, venimos observando cambios drásticos en la climatología, los cuales están afectando a la vida de nuestra población.

¹ Ing. Civil con especialización en glaciología, climatología, gestión de riesgos de desastres y recursos hídricos.

- Uno de estos elementos es el retroceso de los glaciares. Estas masas han sido creadas por las condiciones climatológicas y por lo tanto su variabilidad también depende del clima y de acuerdo a la tecnología actual es posible determinar las condiciones del clima pasado, analizando desde diferentes puntos de vista una muestra de hielo, que almacena cual un archivo de biblioteca las condiciones del clima de la época en la cual se precipitó la nieve precursora del hielo formado.

En el Perú se tiene la mayor parte de los glaciares tropicales con una extensión cercana a los 2.000 Km² y en la Cordillera Blanca se encuentra aproximadamente el 35% de dichas áreas glaciares. Por este motivo, los dos flancos de esta cadena montañosa han sufrido las consecuencias de la variabilidad dinámica de estas masas de hielo, básicamente relacionadas con el retroceso glaciar que ha originado la formación de muchas lagunas, siendo algunas de ellas evidentemente peligrosas.

La mayor parte de los glaciares de la Cordillera Blanca, de acuerdo a una clasificación primaria, son del tipo de glaciar de montaña y glaciar de valle, estando la mayor parte sobre paramentos rocosos de muy fuerte pendiente.

El historial catastrófico de los diferentes fenómenos geodinámicos, traducidos en procesos aluviónicos de gran magnitud ocurridos en la Cordillera Blanca, especialmente después de la finalización de la pequeña Edad de Hielo, a mediados del siglo pasado, impulsaron a partir del inicio de la década del 40, luego de ocurrido el aluvión del 13 de diciembre de 1941 sobre la ciudad de Huaraz², a formar una Comisión de Estudio de las Lagunas peligrosas de la Cordillera, con el objeto de ejecutar obras que disminuyan o eliminen el riesgo potencial de las lagunas peligrosas de origen glaciar.

2. ESTUDIO DE GLACIARES, BALANCE DE MASAS, LÍNEA DE EQUILIBRIO E INFLUENCIA DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA DE LOS GLACIARES DE LA CORDILLERA BLANCA

Una masa glaciar es un reservorio adicional de recurso hídrico y tiene vital importancia en el desarrollo de los pueblos, no solamente porque es vida sino también dé! vida. En nuestro país no es mera coincidencia que las obras de aprovechamiento hídrico se encuentren en los valles cuyas cabeceras de cuenca tienen (o tenían) masas glaciares, tal como ocurre en las cuencas de los ríos Mantaro, Santa, Pativilca, Vilcanota, Huaura, etc.

Dada la variabilidad de estas masas con el tiempo, de acuerdo a los cambios climáticos, es necesario cuantificarlas mediante un balance de masas. El balance de masas se efectúa mediante la recolección continua de datos en campo, por lo menos durante un año hidrológico, para conocer el balance de ese año.

Las razones principales para efectuar el balance de masas de un glaciar son las siguientes:

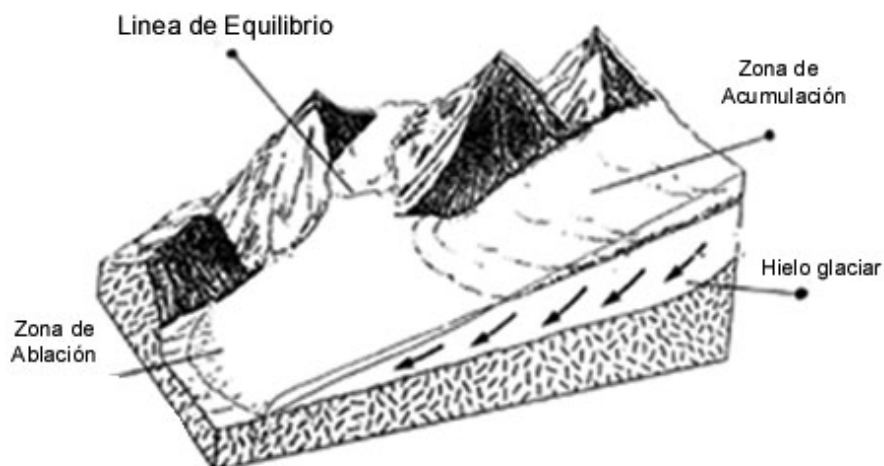
- Establecer la relación entre el balance de masas de un glaciar y su impacto sobre la hidrología de los ríos.
- Estudiar los patrones de precipitación de nieve o acumulación y, dentro de lo posible, seguir su variación durante la estación húmeda, o sea de precipitación
- Estudiar la ablación o pérdida de masa glaciar durante el verano y relacionar las variaciones con los parámetros meteorológicos.
- Analizar las actuales y evidentes correlaciones entre las variaciones del balance de masas y el cambio climático.
- Medir los caudales de descarga de los glaciares en forma continua para verificar los cálculos del balance de masas.

² Región Ancash, Perú.

- Los principales parámetros a medir serán, por lo tanto, la acumulación dada por la precipitación de nieve, la fusión dada por la ablación o pérdida de masa en el glaciar y, para la comprobación y explicación del fenómeno, debemos contar con datos meteorológicos tales como temperaturas y radiación solar, de tal manera de establecer también el balance energético.
- Al mismo tiempo conviene mencionar que la ablación o pérdida de masa de un glaciar depende de su orientación, su posición geográfica respecto a montañas cercanas que pueden variar las condiciones climáticas locales, su condición de capa glaciar (icesheet o icefield), por lo cual no sería conveniente asimilar datos estrictamente, sino buscar una correlación o extrapolación gruesa simplemente.

Un indicador de la variabilidad climática es la altitud de la línea de equilibrio en los glaciares. La línea de equilibrio es el nivel en el cual el balance de masas es nulo, su ubicación está cerca de la línea que divide la zona de acumulación y ablación. Por encima de esta línea hay una ganancia neta de masas durante el año hidrológico; por debajo de la línea de equilibrio hay una pérdida neta. Hay cierta cantidad de hielo por debajo de la línea de equilibrio, pero éste es despreciable porque se pierde durante el siguiente verano. (Ver Gráfico 1).

Gráfico 1
CARACTERÍSTICAS TÍPICAS DE UN GLACIAR



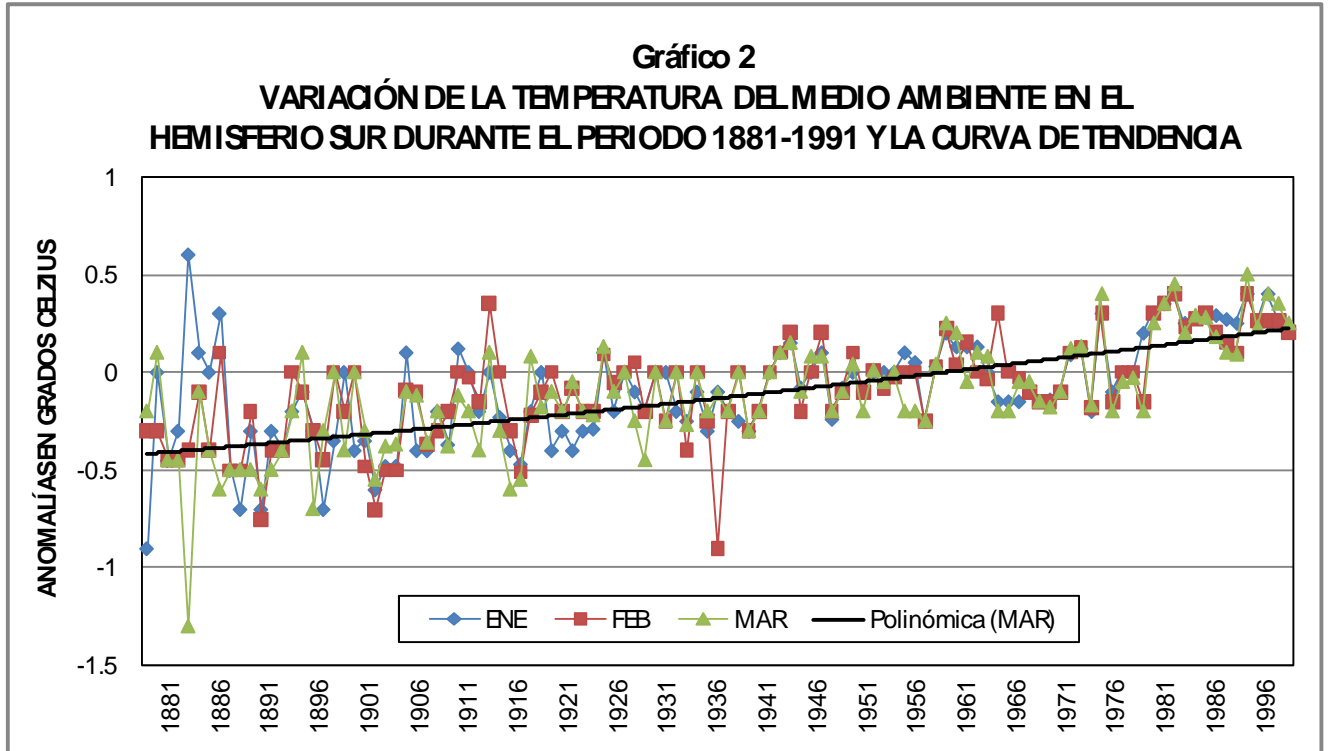
Consiguientemente, si los glaciares permanecen a niveles bajos y no hay retroceso, la línea de equilibrio se ubicará a un nivel inferior, pero como actualmente viene ocurriendo el fenómeno de retroceso acelerado de los glaciares, entonces los glaciares remanentes quedan a mayor altura y la línea de equilibrio paulatinamente cada año va elevándose más. Una consecuencia de ello es, por ejemplo, que en el caso del Nevado Huascarán³ en 50 años (periodo 1920-1970) la línea de equilibrio se ha elevado 95 metros (con un error de aproximadamente 5%) (Kaser, Georges & Ames).

El presente estudio que tiene una duración limitada (menos de un año) y objetivos establecidos de acuerdo a un Contrato, como es obvio, no puede abarcar el proceso de medición de balance de masas en los glaciares concurrentes a las lagunas estudiadas, por lo cual se han tomado los datos de los estudios realizados por la Unidad de Glaciología de Electroperú SA

Como es bien conocido, la temperatura global del medio ambiente se viene incrementando en forma permanente de acuerdo a las estadísticas de los años pasados y a las

³ Provincia de Yungay, Región Ancash, Perú.

predicciones que se tienen para los próximos 100 años, lo que ha venido a denominarse como Calentamiento Global. Consiguientemente, esta elevación de la temperatura del medio ambiente es el principal factor que está interviniendo en el proceso de deglaciación global y principalmente en el trópico. (Ver Gráfico 2).



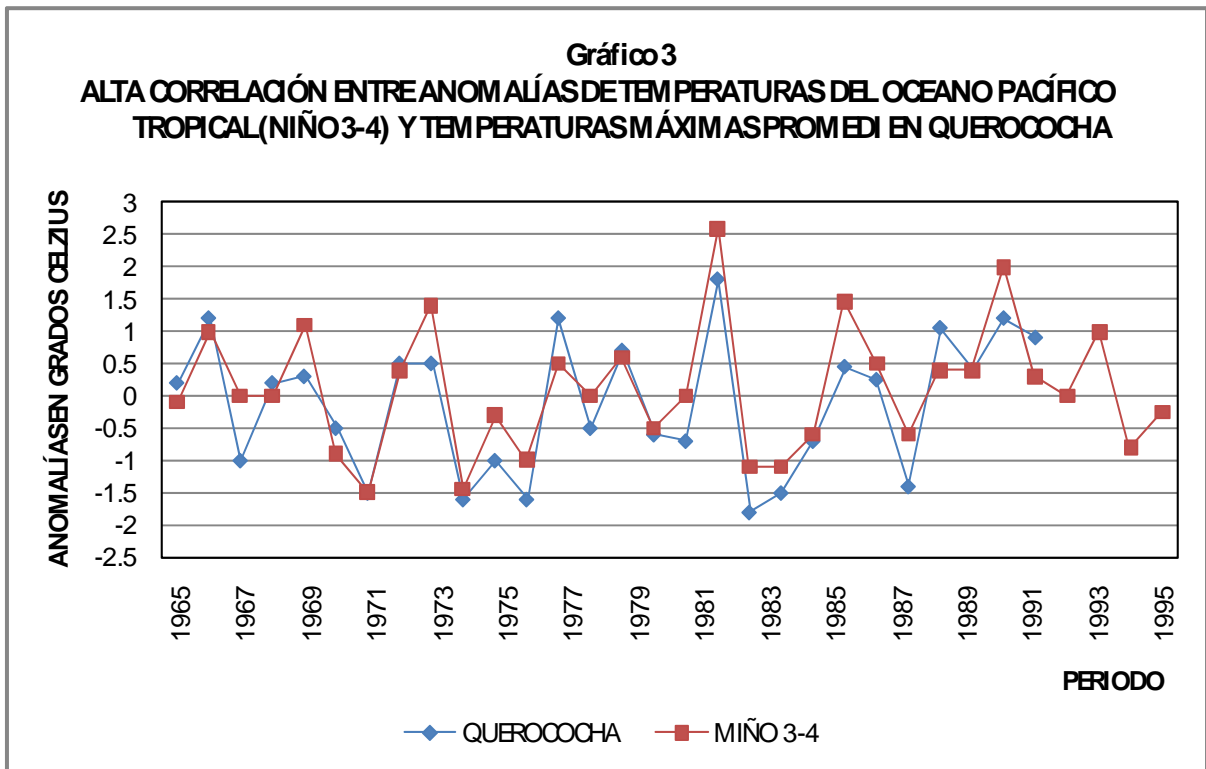
También ya se ha planteado (sin confirmar todavía) que la mayor intensidad y frecuencia de los fenómenos ENSO (El Niño Southern Oscillation) se debería al calentamiento global.

Con respecto a la intervención del Fenómeno "El Niño", en el presente estudio se ha considerado las siguientes premisas relacionadas con la Glaciología

- a) Que estamos atravesando una época de deglaciación, presumiblemente desde la finalización de la Pequeña Edad de Hielo.
- b) Que durante el presente siglo y, principalmente a partir de mediados de la década del 70, el retroceso glaciar se ha incrementado.
- c) Que dependiendo de la magnitud de la precipitación sólida (precipitación en las altas cumbres cuyos datos de medición no se poseen), durante el Fenómeno "El Niño" se incrementa el proceso de ablación y por lo tanto la deglaciación, debido a la elevación de las temperaturas del medio ambiente, relacionada con las anomalías de las temperaturas de la superficie del Pacífico Ecuatorial.
- d) Que el incremento de temperaturas en la zona central del Pacífico Ecuatorial, en las zonas denominadas Niño 3 y Niño 3-4, tienen una alta correlación positiva con el incremento de las temperaturas en la Cordillera Blanca. Tal como se puede observar en el Gráfico adjunto en el cual se correlacionan las anomalías de la variabilidad de las temperaturas máximas promedio en la Estación de Querococha y la variabilidad de las temperaturas de la superficie del Océano Pacífico Tropical. A ello se debe agregar que dentro de las teleconexiones o correlación estadística efectuada se ha encontrado que la Zona denominada NIÑO 12 es la que tiene íntima relación con la variabilidad climatológica en la costa norte peruana y sur del Ecuador y el NIÑO 3 y 3-4 es la zona que tiene mayor relación con los andes peruanos tanto del norte como del sur. Sin embargo es menester mencionar que mientras hay una tendencia permanente al

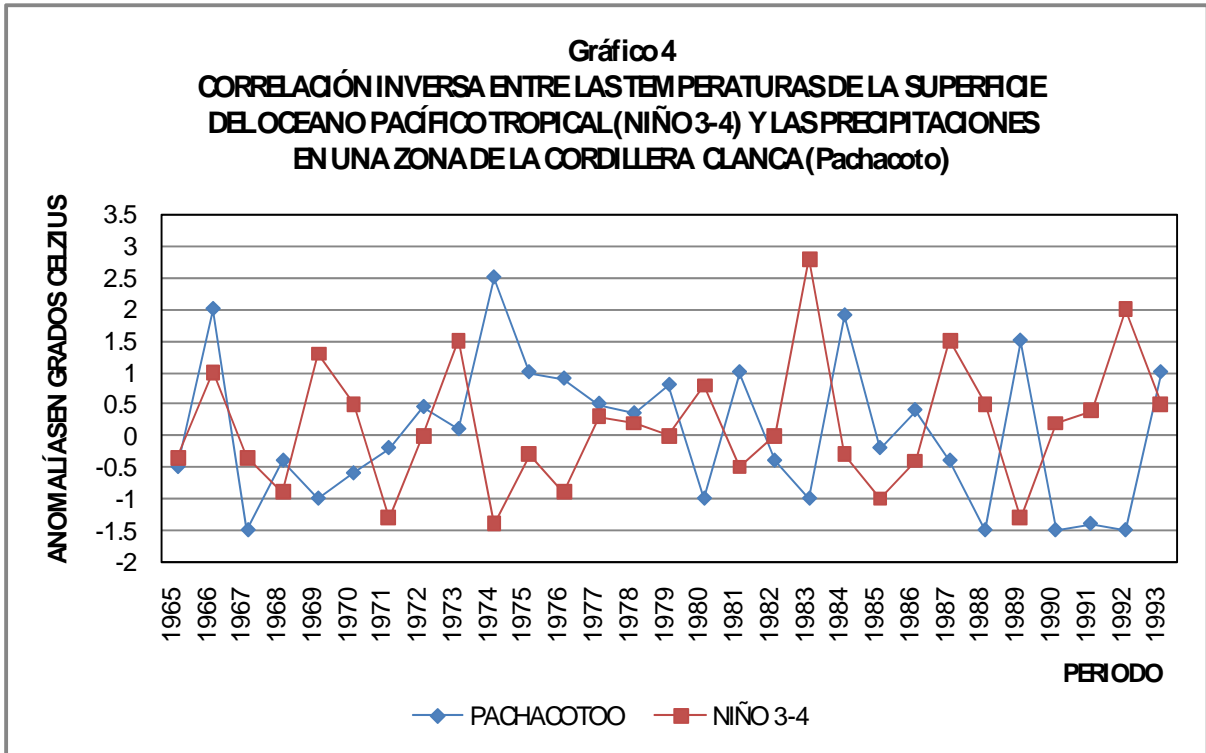
incremento de la temperatura global, lo cual se considerac.omo la causa principal para la deglaciación, durante el Fenómeno "El Niño" o ENSO ocurre un incremento temporal de la temperatura del medio ambiente tal como se ha señalado en el párrafo anterior.

- e) El comportamiento pluviométrico y de precipitación en la Cordillera Blanca es muy relativo durante la ocurrencia del Fenómeno "El Niño", tal como puede observarse en el gráfico adjunto. En este gráfico aparece la variabilidad de anomalías pluviométricas en la Quebrada Pachacoto⁴ dentro del área de la Cordillera Blanca. Y, tal como ocurre en el sur. este de nuestro país, se observa que a una anomalía positiva de la temperatura del océano tropical corresponde una anomalía opuesta de la precipitación. Convendrá hacer un análisis de la magnitud de la precipitación sólida en la alta montaña durante el período 97-98 para determinar su régimen. Por dicho motivo se considera que la variabilidad de temperaturas constituye el principal factor de inestabilidad de los glaciares. (Ver GRÁFICOS 3 Y 4).

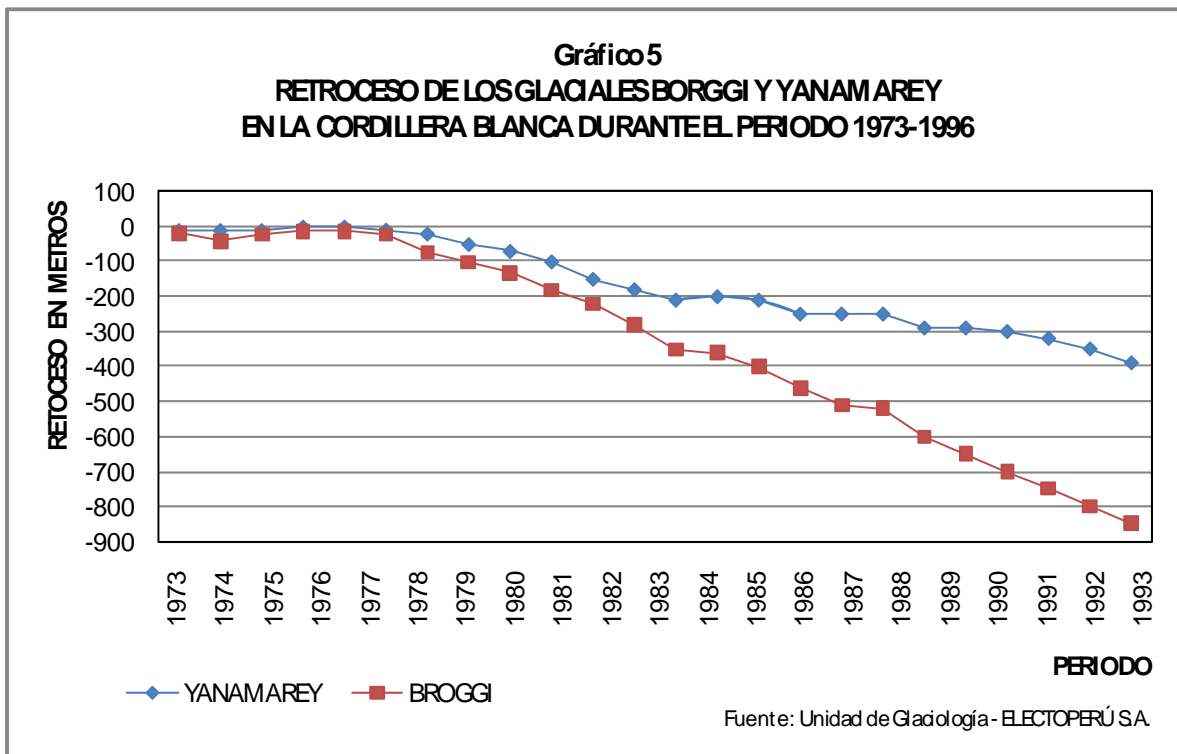


Las experiencias que se tienen en nuestro país, en cuanto a balance de masas se refiere, han sido efectuadas en glaciares ubicados en la Cordillera Blanca (Unidad de Glaciología de ELECTROPERÚ S.A.) La información que ha sido recolectada a partir de estos trabajos corresponde en parte a un balance de masas propiamente dicho, incluyendo los parámetros de acumulación y ablación, existiendo otra que solamente contiene datos de la ablación o pérdida.

⁴ Provincia de Recuay, Región Ancash



Como ejemplo se adjunta el Gráfico 5, con la variación de la posición del Tente glaciar, el cual nos demuestra que la longitud de la lengua glaciar cada vez es menor, proceso que se ha venido a denominar retroceso glaciar. En el caso del Glaciar Yanamarey la disminución de su longitud anual ha sido variable pero paulatina, en forma creciente, alcanzando valores de 3,8 metros anuales en la década del 80 a 19,2 metros anuales en la década del 90.



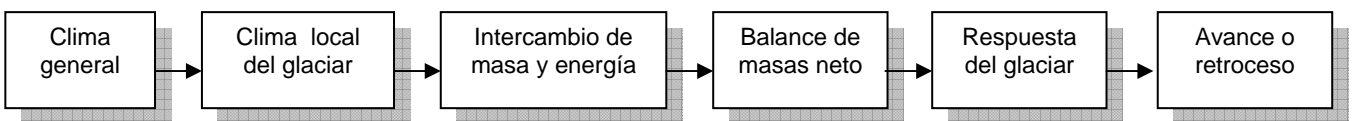
De igual manera en el glaciar Broggi, que se halla cerca de su extinción, la disminución de su longitud en la década del 70 fue de 5,4 metros anuales y en la década del 90 aumentó a 26,6 metros anuales de retroceso

En general, en los glaciares de la Cordillera Blanca se ha observado que la disminución de longitud de las lenguas glaciares o retroceso glaciar tiene un promedio de 25 a 29 metros anuales, encontrándose algunos retrocesos mayores de los 40 metros.

Se considera que es un aspecto neta mente meteorológico la forma como controlan los factores climáticos al balance de masas de un glaciar, o sea al aumento disminución del volumen del glaciar.

De igual manera se considera que es una cuestión relacionada íntimamente con la dinámica del glaciar la forma cómo responde un glaciar a un cambio en su balance de masas.

Esto podría graficarse en el "diagrama de flujo" siguiente:

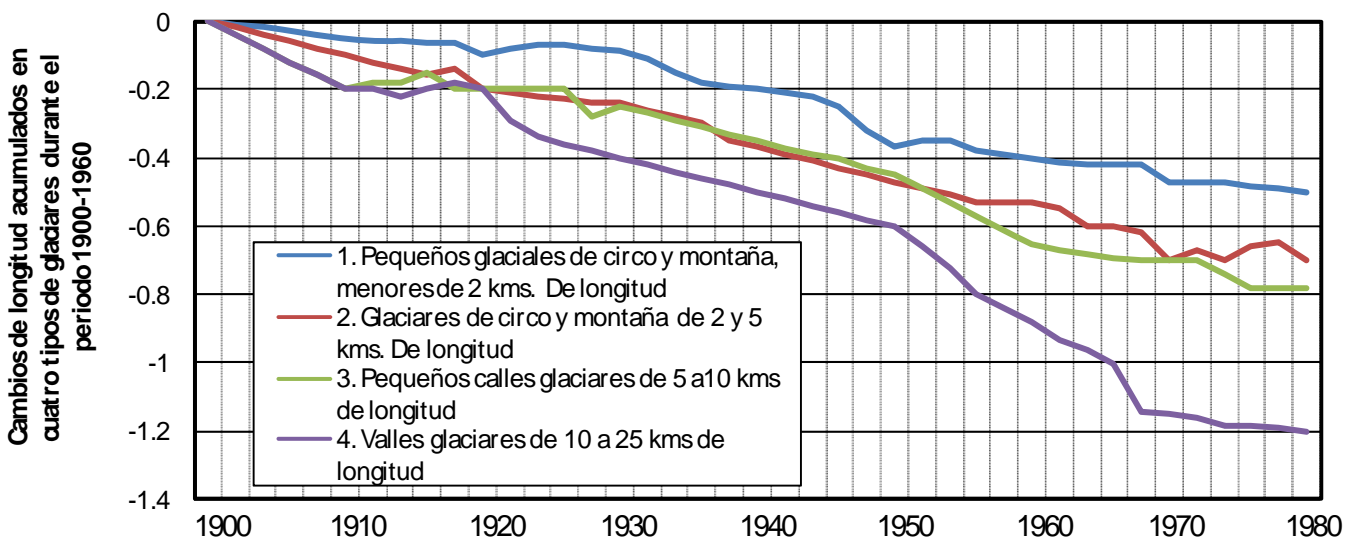


Es un diagrama muy simplificado pero que al mismo tiempo nos muestra los "pasos" o interrelación que existen dentro de la relación entre la posición del término o parte frontal del glaciar y el clima. Pueden existir algunas otras conexiones pero en todo caso ésta nos da una idea de la forma cómo se relaciona el clima y la respuesta de los glaciares.

Estos datos concuerdan con los que han sido hallados en las mediciones efectuadas en los glaciares Chacaltaya y Zongo en La Paz-Bolivia. Así mismo en la Cordillera Vilcanota (Sicuni), en una de las lenguas procedentes del glaciar Quelccaya, se ha medido el retroceso glaciar, resultando que en los últimos 30 años el retroceso glaciar de 5 metros anuales ha subido a 14 metros anuales

La diferencia de actitud o respuesta de un glaciar con respecto al clima depende también de la forma y/o ubicación del mismo. En el Gráfico 6 se aprecia la señalada diferencia entre glaciares, por ejemplo entre glaciares pequeños de montaña y glaciares de valle.

Gráfico 6
VARIACIÓN (DISMINUCIÓN) DE LA LONGITUD DE ALGUNOS GLACIARES EN COMPARACIÓN CON SU TIPO Y FORMA



También se debe mencionar como ejemplo del proceso de retroceso glaciar, la pérdida de área del nevado Huascarán, provincia de Yungay, Ancash, pues se ha determinado que en 50 años (período 1920-1970) su área se ha reducido en 18% (Kaser, Georges & Ames, 1995), a lo cual se debe agregar que de acuerdo a imágenes de satélite se ha medido que a partir del año 1970 la disminución del área glaciar en el Huascarán es de 15% e, 27 años, lo cual nos señala que en los últimos 30 años el retroceso glaciar se ha duplicado.

3. CONSECUENCIAS DEL CALENTAMIENTO GLOBAL Y DEL CONSIGUIENTE RETROCESO GLACIAR

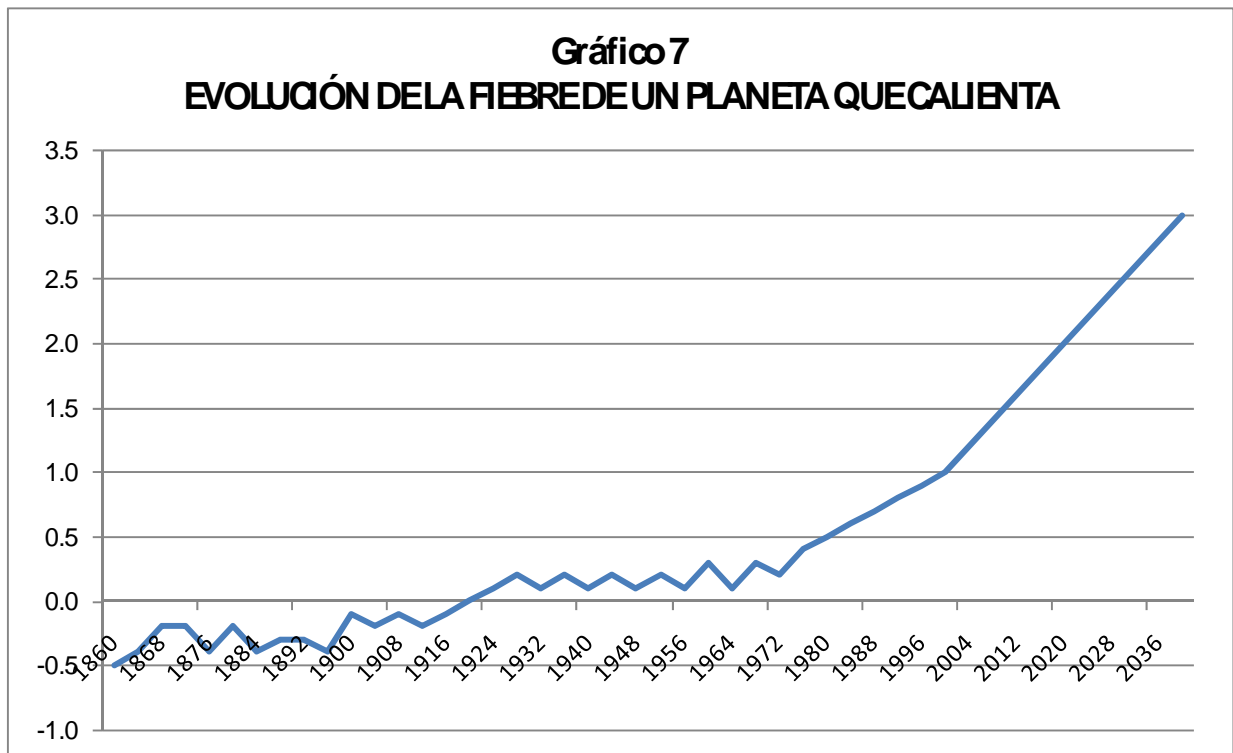
El calentamiento global o incremento de las temperaturas del medio ambiente, debido a un incremento del fenómeno de invernadero, se ha probado que viene ocurriendo durante el presente siglo y presumiblemente bajo la intervención ahora del hombre.

Existen indicios apoyados por la estadística que la tendencia de elevación de la temperatura viene ocurriendo desde el siglo pasado. Sin embargo, han existido algunos factores que han detenido, menguado y quizás ocultado el calentamiento, como la presencia de aerosoles en la atmósfera y la presencia de sulfuros por efecto de erupciones volcánicas.

Por lo tanto, entre las décadas del 40 y 70 se aprecia una especie de estabilización de la temperatura debido a la acción de los aerosoles, pero a partir de mediados de la década del 70 se aprecia el abrupto incremento de la curva de temperaturas tal como apreciamos en el Gráfico N° 7. Es conveniente agregar que después de la erupción del volcán Pinatubo, en las Filipinas en 1991, la zona del trópico se cubrió de sulfuros, lo cual mostró una reducción de la temperatura aproximadamente por dos años en la faja tropical, pero una vez disipada esa capa de sulfuros continuó el calentamiento con la tendencia anterior.

Existen evidencias claras de los efectos del calentamiento global en los campos de la meteorología e hidrología; en principio, como es obvio, en la agricultura y en la salud de la población, especialmente en las zonas tropicales.

El recrudescimiento o reaparición de la malaria, la fiebre dengue, la verruga, la uta, que se consideran en cierto momento como erradicadas, están asolando nuevamente la salud pública. Este fenómeno puede probarse muy fácilmente verificando las estadísticas de los hospitales tanto de la zona de selva, costa y valles cálidos interandinos, donde diariamente se atiende a pacientes con este tipo de enfermedades.



La presencia más frecuente y a mayores alturas de los mosquitos, zancudos y otros insectos -o algunos vectores- causantes de enfermedades endémicas, también es un producto de las nuevas condiciones que ha impuesto el calentamiento global. Pero no solamente los insectos son las especies que obedecen los dictados del clima, sino también otras especies depredadoras tales como las ratas que han comenzado su ascensión a mayores niveles altitudinales.

La agricultura, como producto de la interacción suelo, agua y atmósfera está siendo también notablemente afectada por el calentamiento global, más aún cuando ocurren los diferentes tipos de Fenómeno "El Niño". Tenemos como ejemplo que el maíz viene desarrollando a mayores niveles en los valles interandinos, al igual que otros productos agrícolas. El autor, de acuerdo a las indagaciones que ha efectuado tiene algunos datos, pero será necesario que elementos especializados en estas ramas de la biología efectúen las investigaciones del caso y, de esa manera cuantificar más exhaustivamente estos aspectos.

La hidrología de una cierta área como resultado de las condiciones climatológicas de su cuenca alta, es la que viene mostrando los mayores indicios del cambio global de clima. La variación de los ciclos hidrológicos en nuestro país a partir de la década del 70 ha ocasionado una total distorsión de la producción agrícola. Se aprecia una disminución paulatina de la precipitación acorde con las predicciones en este sentido, a pesar de que cuando ocurre el Fenómeno "El Niño" se producen precipitaciones muy por encima de los promedios estadísticos. Sin embargo, conviene mencionar que tales precipitaciones no son mayores en frecuencia sino en intensidad, lo cual le da a la precipitación características destructivas en el lugar de ocurrencia.

De acuerdo a las estadísticas de UNESCO, el Perú es el país en Latinoamérica que tiene la menor disponibilidad hídrica per cápita de agua dulce. Este aspecto también es evidente, ya que actualmente muchas poblaciones grandes de nuestro país tienen una ausencia permanente de agua para sus usos domésticos, debido a un servicio restringido desde dos horas por día, como en Cuzco, y de cinco horas o menos por día en Chimbote.

Esta restricción disminuye las condiciones de salubridad, la producción agrícola y de energía hidroeléctrica, afectando en consecuencia, negativamente, los niveles de vida de nuestra población.

Todavía existe la creencia que las masas glaciares son las nieves eternas que brindan su aporte vital a las cuencas, lo cual como se está evidenciando no es cierto. De acuerdo a la evaluación hidrológica que la Empresa de Generación Eléctrica Machupichu S.A. ha hecho de la cuenca del río Vilcanota, se considera que el aporte de los glaciares a dicha cuenca es equivalente al 30% del aporte total de la cuenca. Sabemos también que en el glaciar Qori Kailis de la capa glacial Quelccaya de la Cordillera Vilcanota⁵ el retroceso glaciar, medido desde la década del 60, nos señala que se ha sextuplicado la disminución de su longitud de 5 metros anuales a 29 metros; consiguientemente, ese 30% en unas pocas décadas estaría en camino de extinción.

Por otra parte, el retroceso glaciar o disminución de las masas glaciares tiene incidencia en los siguientes aspectos:

- a) En el sector turismo, ya que las montañas nevadas por su contraste escénico presenta una belleza extraordinaria en estos sectores de la naturaleza y constituye la atracción del turismo ecológico o de las personas amantes de la naturaleza y de ciertos deportes que se practican en los glaciares, tales como el ski o el escalamiento en hielo. La desaparición de los glaciares privará a la naturaleza de los aspectos señalados y por lo tanto la disminución de la actividad económica en tales áreas glaciadas.
- b) El sector agricultura, en caso de no existir obras de regulación para captar la precipitación de las épocas húmedas, estará privado de las escorrentías procedentes de los deshielos en las épocas de estío. Consiguientemente se presentará disminución de la producción agrícola que normalmente usa dichas aguas en la época de ausencia de precipitaciones pluviales.

⁵ Región Cusco, Perú.

- c) El abastecimiento de agua potable será el renglón más afectado pues los aportes de los deshielos muy disminuidos privarán a las poblaciones usuarias del recurso vital para su suministro.
- d) Adicionalmente se debe mencionar que el retroceso glaciario está dejando tras de sí masas colgantes de glaciario que constituyen potenciales peligros para la seguridad de los pueblos y obras de infraestructura, debido a la posibilidad de producción de procesos de avalanchas y de aluvionamiento.
- e) De igual manera, este retroceso glaciario y el cambio climático en sí mismo, está originando la desestabilización de las masas glaciares y presumiblemente cambios en las estructuras de los mismos, lo cual de por sí constituye un peligro muy grande para los escaladores de montañas, evidenciado por continuos accidentes en las montañas de la Cordillera Blanca.

4. CONCLUSIONES GENERALES

1. La variación de los ciclos hidrológicos y la presunta escasez del recurso hídrico en un país que ya vive en situación de stress hídrico, nos obliga a planificar con la debida anticipación el aprovisionamiento de agua para las generaciones futuras.
2. Congruente con el párrafo anterior, el retroceso de las masas glaciares, que constituyen reservorios adicionales de agua dulce, aumentará la crisis del agua en el futuro.
3. Se debe implementar a la brevedad un programa de monitoreo intensivo de:
 - a) Mediciones meteorológicas.
 - b) Censos de insectos vectores y otras especies animales.
 - c) Estadística de enfermedades tropicales endémicas
 - d) Variabilidad de la producción agrícola.
4. Para poder satisfacer necesidades mínimas del requerimiento hídrico es necesario elaborar programas reales de afianzamiento hídrico de los ríos a nivel nacional, pues de ello dependerá la estabilidad de las poblaciones (la permanencia de sus habitantes en dichos lugares), ya que en caso contrario la migración crecerá espantosamente, superpoblando como se prevé las urbes costeras.
5. Se deben tomar acciones técnicas y legales para evitar que la población futura padezca de los mínimos requerimientos de vida, pues solamente así podremos aspirar a que poblaciones como las del Callejón de Huaylas puedan sobrevivir adecuadamente.
6. Considerando que la cuenca alta del río Santa posee lugares adecuados para obras de regulación a costos razonables, es necesario que el Parque Nacional Huascarán, acorde con la época, con el clima y condiciones actuales y de acuerdo a la realidad económica nacional, modifique su normatividad, flexibilizando desde un punto de vista conservación-desarrollo la ejecución de obras de regulación en los vasos que para tal efecto existen en los valles glaciares de la Cordillera Blanca.

Todo esto teniendo en cuenta que sin glaciares, la poca actividad económica que se sustenta en el turismo podría desaparecer y de lo que se trata, por lo menos, es buscar la sobrevivencia del hombre en el Callejón de Huaylas para la segunda mitad del próximo siglo.