

El föhn milagroso en Baviera de enero de 1704

Klaus P. Hoinka¹, Arnold Taffener¹ y Leo Weber²

¹ Institut für Physik der Atmosphäre, DLR, Wessling, Alemania

² Philosophisch-Theologische Hochschule der Salesianer Don Boscos, Benediktbeuern, Alemania

*Traducido al español por el meteorólogo Francisco Martín León.
La presente versión ha sido adaptada y revisada por José Miguel Viñas*

NOTA PRELIMINAR: El presente apareció publicado en la revista *Weather* de la *Royal Meteorological Society*, en su vol. 64, nº 1 (ENE-2009); pp.9-14. La RAM ha obtenido su permiso, como la de los autores, para su reproducción y traducción al español.

The 'miraculous' föhn in Bavaria of January 1704. Weather – Jan 2009, Vol.64, nº 1 (pp 9-14). Klaus P. Hoinka, Arnold Tafferner, Leo Weber. Published Online: Dec 29 2008 9:02 AM DOI: 10.1002/wea.251

© Royal Meteorological Society, 2009

Las observaciones sistemáticas del tiempo comenzaron en serio en el siglo XIX, cuando se establecieron los primeros Servicios Meteorológicos Nacionales. Antes del establecimiento de estas instituciones, había un interés significativo en la observación del tiempo por parte de individuos tales como sacerdotes, escritores y artistas. Estas observaciones fueron realizadas a veces de forma poco metódica, pero hay acontecimientos históricos conocidos del tiempo que están razonablemente bien documentados por la localización, la fecha, la intensidad e incluso la evolución diaria. Un ejemplo es el viento föhn del sur, uno de los fenómenos dominantes del tiempo en Baviera, Alemania meridional.

Un particular acontecimiento ocurrió el 28 de enero de 1704, documentado por Carolus Meichelbeck (1669-1734), un monje del monasterio Benediktbeuern. Él informó que un föhn derritió rápidamente los pantanos congelados que rodeaban el monasterio, salvándole de ser arrasado por las tropas tirolesas durante la Guerra de Sucesión Española. La fusión fue tan impresionante que el cronista elogió este salvamento del monasterio como una maravilla divina, el 'supuesto milagro de Anastasia o milagro del lago Kochel'. En lo que sigue, determinaremos si las condiciones meteorológicas realistas durante este episodio de föhn permitirían la fusión intensa y rápida del agua en los pantanos helados.

Marco topográfico

La característica principal de un viento intenso föhn es su rafagosidad asociada a un aumento significativo en la temperatura próxima a la superficie. Meichelbeck (1710) informó que el föhn del 28 de enero de 1704 derritió dramáticamente los pantanos congelados muy cerca a la línea de fondo alpina, alrededor de 60 kilómetros al sur de Munich (figura 1). Los valles de los ríos Loisach e Isar se abren hacia las llanuras bávaras. El monasterio de Benediktbeuern (MB en la figura 1) (Caja 1) está situado cerca de la línea de fondo alpina. Entre el lago Kochel y el lago Walchen (LK y LW en el figura 1), al sur del monasterio, hay una brecha en la montaña, con las

cumbres próximas a ella alcanzando en sus cimas los 1.400 m. La figura 2 muestra una vista veraniega desde el norte hacia el monasterio, con la brecha y las montañas circundantes. Es bien sabido que las brechas o vaguadas de las montañas realzan e intensifican los fuertes vientos de ladera, por ejemplo, el chinook de Colorado (Brinkmann, 1974). Una pequeña colina (H) indica la localización del observatorio de la montaña Hohenpeissenberg (989 m), famoso por su serie de observaciones meteorológicas que comienzan alrededor 1789, la más larga a nivel mundial.

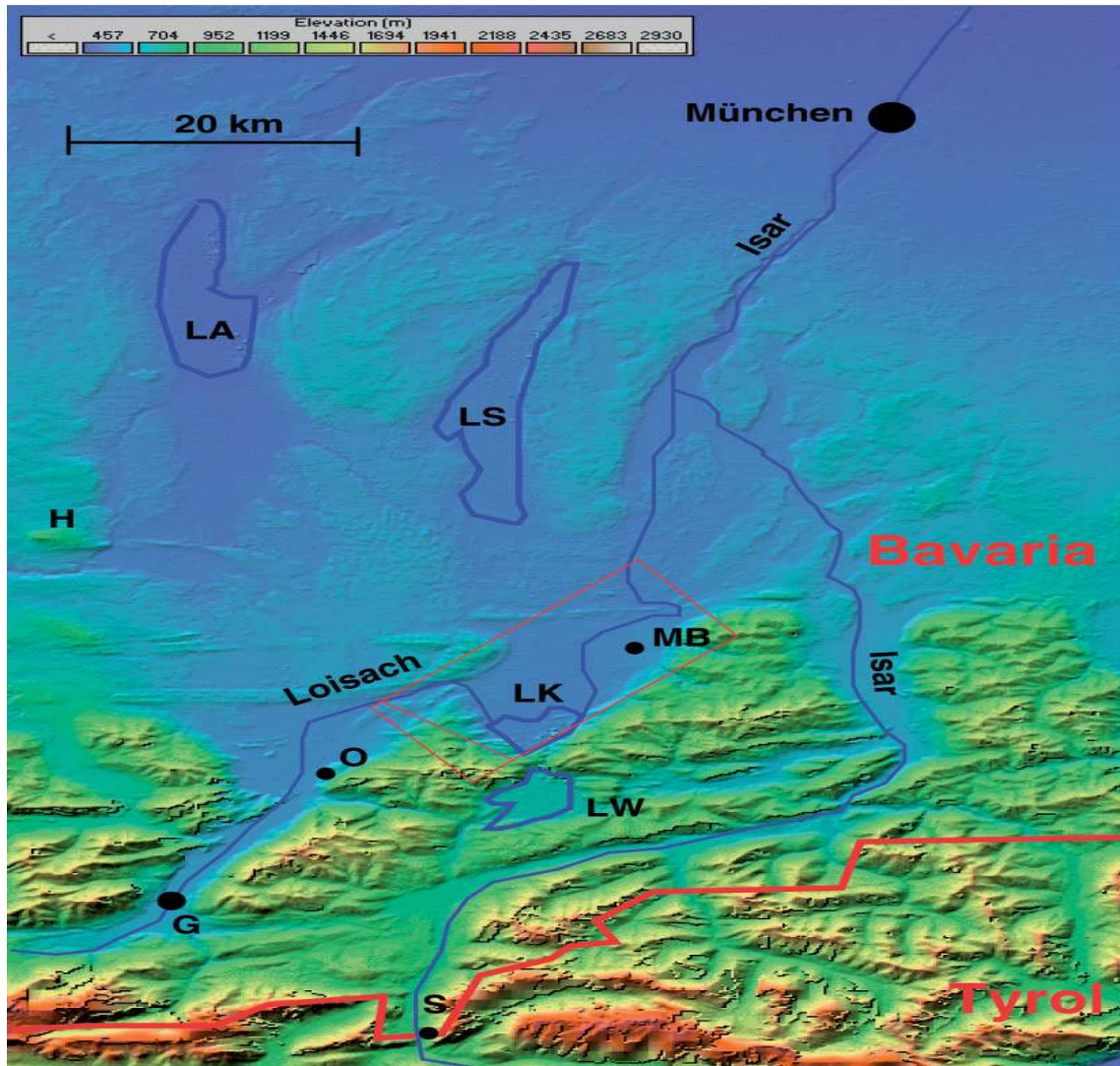


Figura 1. Mapa del sur de Baviera y una parte del Tirol, donde aparecen los ríos Isar y Loisach y las siguientes localizaciones: Garmisch-Partenkirchen (G), Ohlstadt (O), Hohenpeissenberg (H), Scharnitz (S). Monasterio de Benediktbeuern (MB), Lago Ammer (LA), lago Stanberg (LS), Lago Kochel (LK), Lago Walchen (LW). El rectángulo delimitado por una línea roja indica el área mostrada en la figura 3. La escala es 1:100.000 (Elevation data © Geological Survey)

Durante siglos, el monasterio estuvo rodeado por pantanos con pequeñas lagunas y aldeas diseminadas por la zona. Estas áreas húmedas obstaculizaron la rápida llegada de invasores, proporcionando una defensa natural. La figura 3 muestra la situación topográfica al principio del siglo XIX (Schleich, 1807). Las palabras alemanas *Moos* y *Filtz*, que aparecen en el mapa, representan musgo y pantano, respectivamente. El monasterio está rodeado por las montañas (al este), y por amplias áreas pantanosas (al oeste) a ambos lados del río Loisach. Al sur, había un

pequeño camino a través del paso entre el lago Kochel y el lago Walchen, del cuál dijo Meichelbeck (1710) que era tan estrecho que era imposible que dos vehículos de la época pudieran pasar uno al lado de otro. A finales del siglo XIX, el nivel del agua del lago Kochel fue bajando en más de 2 m. El área entera del pantano, alrededor del monasterio, está cubierta hoy en día por una red de pequeños canales de drenaje; casi todas las charcas del pantano han desaparecido y la zona interior es ahora un terreno sólido.



Figura 2. Vista veraniega desde el norte hacia el Monasterio de Benediktbeuern en frente el paso montañoso entre el lago Walchen y el lago Kochel. (© Arnold Tafferner)

El föhn milagroso - Baviera 1704. Monasterio Benediktbeuern.

El monasterio, fundado a principios del siglo VIII, es uno de los monasterios más importantes situados en la zona norte de los Alpes. El monje más famoso y conocido de este monasterio, Carolus Meichelbeck (1669-1734), es conocido como el padre de la ciencia bávara. Trabajó en la Biblioteca del monasterio, que contuvo cerca de 30.000 volúmenes. Entre ellos, estaba el documento original del famoso *Carmina Burana*, una colección de poemas, de canciones y de textos de los siglos XI, XII y XIII originarios de Carinthia. Además de San Benedicto, Santa Anastasia es también la santa del monasterio. El abad del monasterio obligó a construir una nueva capilla (1750-1753) en honor a la santa por su ayuda para salvar el monasterio y ser liberado del pillaje durante la Guerra de Sucesión Española. La capilla es uno de los ejemplos más perfectos de la arquitectura del estilo Rococó en la Alta Baviera. Hoy en día está abierta al público. Para una descripción extendida de la historia del monasterio consulte a Weber (1991).

Antecedentes históricos

Desde el principio de la Guerra de Sucesión Española (1701-1714), Baviera y el Tirol sirvieron de importantes lugares de escala para las fuerzas imperiales. En octubre de 1702, Max Emanuel, elector de Baviera, declaró inválida la separación del Tirol de Baviera (originada a partir de 1363) y anunció su intención de recuperarla para Baviera. A principios de 1703, las tropas bávaras entraron en el Tirol y tomaron Innsbruck. Tuvieron que hacer frente a una sublevación masiva del pueblo tirolés en defensa de su patria, y Max Emanuel y su ejército de regulares sufrieron una derrota humillante por parte de un pueblo mal preparado pero altamente motivado en el plazo de ocho semanas, durante el verano 1703. Tras el final, poco glorioso, de la aventura tirolesa de Max Emanuel, en el otoño de ese año, los tiroleses decidieron vengarse contra Baviera.

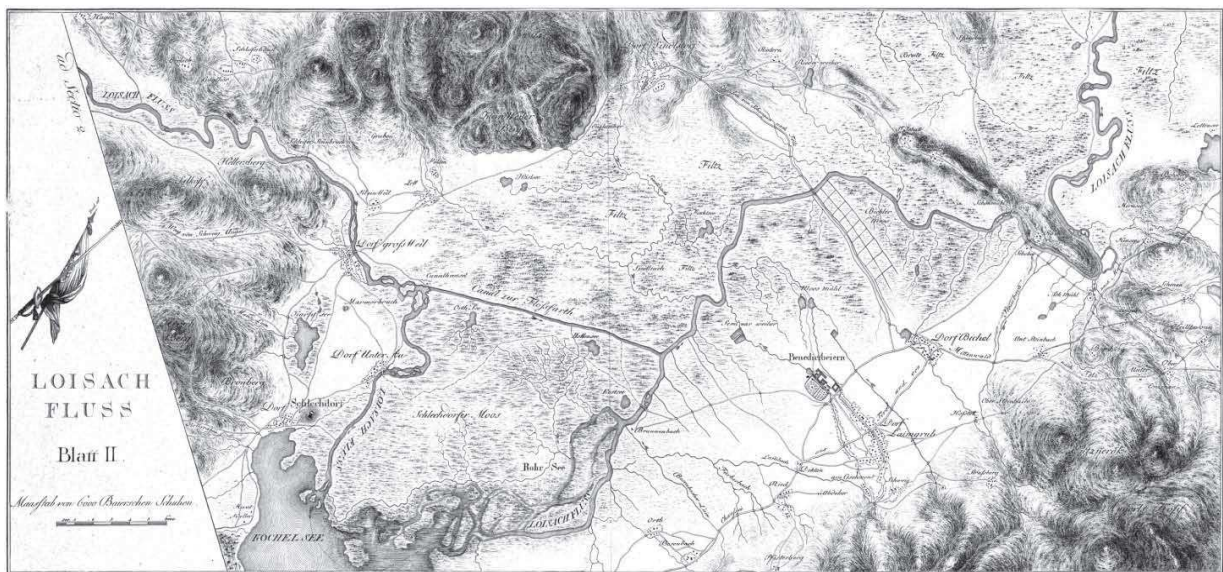


Figura 3. Mapa del área de Loisach (Schleich, 1807). La distancia a lo largo del mapa de Norte a Sur es de 10 kilómetros (© Bayerische Staatsbibliothek, Munich.)

Los tiroleses pidieron una indemnización, entre otros, al Prior del monasterio, amenazando con conquistar y quemar el monasterio. El Prior rechazó pagar, porque no se consideraba responsable de las acciones acometidas por Max Emanuel. En enero de 1704 tuvo lugar la anunciada venganza, momento en el que los lagos y los ríos estaban fuertemente congelados en la zona norte de los Alpes, debido a las temperaturas muy bajas del invierno. Las tropas tirolesas, el paisanaje y los fusileros tiroleses de montaña (*Gebirgs-Schützen*: en Baviera y Tirol una tropa no militar de fusileros voluntarios), fueron colocados en la fortaleza de la frontera de Scharnitz (S en el figura 1) y vieron una ocasión muy prometedora de atacar Baviera y de hacer pillaje en el monasterio.

La topografía ofrece tres opciones para una aproximación militar desde el Tirol hacia el monasterio (figura 1): Primero, invadir Baviera a lo largo del valle de Isar; en segundo lugar desplazarse a través de la brecha o paso de la montaña entre el lago Walchen y el lago Kochel; y en tercer lugar, siguiendo el valle de Loisach hasta alcanzar la aldea de Großweil (figura 3). La primera opción proporcionaba una aproximación demasiado larga. El camino a través del paso, construido en 1492, de paredes muy escarpadas, contenía desniveles de hasta un 25% que sólo se podían cruzar con la ayuda de un equipo adicional de caballos; además, el paso podía ser

defendido fácilmente. Por lo tanto, la manera más fácil de llegar al monasterio era la ruta a lo largo del valle de Loisach. La única desventaja era el área del pantano entre Schlehdorf y Benediktbeuern (figura 3), porque en aquel tiempo no existía una conexión directa a través de un camino. Pero el mes de enero de 1704 fue un mes muy frío, con las superficies intensamente congeladas. A finales del siglo XVII, en el período conocido como la Pequeña Edad de Hielo, la mayor caída de temperatura fue de alrededor de 2 °C por debajo del promedio de la primera mitad del siglo XX (1901-1960), y dicha circunstancia ocurrió entre 1680 y 1700 (Pfister, 1992). Después de este período, siguió habiendo temperaturas por debajo de lo normal; por ejemplo, en Suiza la temperatura media de enero de 1704 era cerca de 1 °C más baja que la media.

28 de enero de 1704

En las primeras horas del 28 de enero de 1704, 2.000 jinetes y soldados tirolese salieron de Scharnitz (S, figura 1) (Meichelbeck, 1710). Se desplazaron a Garmisch y entonces siguieron a lo largo del valle del río Loisach, pasando por Ohlstadt hacia Großweil, cerca del lago Kochel. Siguiendo un plan secreto, utilizaron los caminos secundarios para acercarse sin ser vistos. Sin embargo, cuando atravesaban las pequeñas aldeas, la armada fue descubierta por los residentes y la noticia llegó al monasterio a través de los refugiados. Después de alcanzar la aldea de Großweil (figura 3), el ejército tirolés planeó moverse a lo largo de una línea recta sobre los pantanos congelados y del río Loisach, dirigiéndose hacia el monasterio. Esta línea de avance coincide aproximadamente (1712) con el canal construido posteriormente (figura 3; Canal Zur Floßfahrth). Se esperaba la llegada al monasterio por la tarde.

Meichelbeck (1710) precisó que el lago Kochel estaba tan intensamente congelado que los carros de carga pesada y 1.000 hombres habrían podido desplazarse sin problemas hacia Benediktbeuern. Cuando llegaron los primeros avisos del avance de las tropas, las autoridades del monasterio no lo creyeron. Pero finalmente estos avisos fueron tenidos en cuenta cuando el número de refugiados creció dramáticamente y cuando se supo que las tropas habían alcanzado Ohlstadt. Puesto que era demasiado tarde para organizar una defensa eficaz del monasterio, su salvación fue confiada a Dios. El día siguiente, el 29 de enero, era la festividad en honor de Santa Anastasia. Tradicionalmente, la tarde anterior se celebraban unas vísperas litúrgicas en honor a la Santa. Aparte de la preocupación del peligro que suponía el acercamiento de las tropas tirolese, los monjes estaban inquietos por no poder satisfacer ese deber y cumplir con la tradición. Al mediodía, comenzaron a rogar a Anastasia para pedir su ayuda ante esta situación peligrosa.

Meichelbeck (1710) informó que a las 14:00 h, cuando las tropas tirolese estaban cerca, a una hora de los pantanos congelados, apareció un viento muy cálido. Después de tres a cuatro horas, los pantanos congelados cambiaron su color blanco por el negro, lo que indicaba que eran infranqueables para los caballos. Tan pronto como las tropas alcanzaron las zonas pantanosas reconocieron que era imposible cruzar esas superficies fundidas, ya que los caballos y los hombres romperían las superficies heladas. Meichelbeck mencionó también que el viento era persistentemente cálido.

El föhn y la fusión del hielo

El efecto del calentamiento relacionado con el föhn y la repentina fusión de los pantanos congelados debió haber sido tan impresionante, que para Meichelbeck (1710) la única explicación fue que era un milagro. A continuación se muestra un cálculo aproximado para evaluar el efecto de la fusión, considerando los límites temporales y la intensidad en base a la información

suministrada por Meichelbeck (1710).

Al principio, se determina el espesor de la capa de hielo mínima capaz de soportar el peso de un caballo con un hombre, que ronda los 700 kilogramos. El grosor mínimo de la capa de hielo capaz de aguantar un determinado peso, puede ser calculado empíricamente como (Kerr, 1996):

$$h_{\min} = (P \cdot n \cdot A^{-1})^{0.5}$$

con la constante $A=0.01$ y el factor n , que describe la calidad del hielo y que puede variar entre 1.0 (hielo sólido de invierno) y 4.8 (hielo de primavera). Con la fuerza de sustentación P en toneladas, el h_{\min} se da en cm. Para un jinete de peso medio se obtienen espesores (h_{\min}) de entre 10 y 20 cm sobre los lagos.

La base del modelo de la producción de aguanieve consiste en un enfoque de balances energéticos (Escher-Vetter, 2000). Este modelo libera la energía disponible del derretimiento como la suma del balance de radiación de onda corta y de onda larga, así como los flujos de calor sensible y latente. Bajo condiciones normales, la mayor parte de la energía usada para la fusión es suministrada por la radiación, seguida por el flujo de calor sensible, y solamente una fracción de menor importancia se deriva de calor latente. El intercambio turbulento de calor puede ser muy significativo, especialmente en el invierno cuando el sol está bajo. Por razones de simplicidad, solamente el flujo de calor sensible se evalúa sin considerar la sublimación del hielo o de la evaporación del agua derretida. El flujo de calor sensible S es calculado por un enfoque simple $S = -\alpha \cdot (T_s - T_a)$, donde $(T_s - T_a)$ es la diferencia de la temperatura de la superficie y la del aire. El coeficiente de transferencia térmica α es aproximadamente $\alpha = 5.7 \cdot \sqrt{v}$. Con el viento horizontal v en m s^{-1} , α resulta en $\text{Wm}^{-2} \text{K}^{-1}$.

La tasa de fusión equivalente del agua, M_w , indica el cambio total, por unidad de tiempo, de la masa de hielo, y nos puede ser calculado por:

$$M_w = S \cdot (\rho_w \cdot r)^{-1}$$

con la densidad del agua ρ_w , el calor de fusión r ($3.35 \times 10^5 \text{ J kg}^{-1}$) y S en Wm^{-2} , M_w es dado en m s^{-1} . M_w es equivalente a $0.9 M_e$, donde el último término representa el equivalente en hielo. La figura 4 muestra la nieve fundida en función de la diferencia de temperatura para diferentes velocidades del viento en superficie.

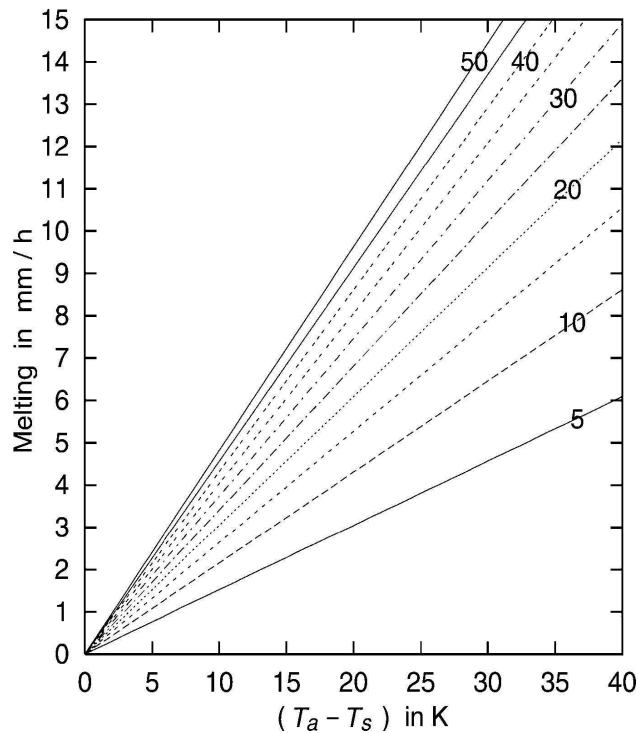


Figura 4. - Nieve que derrite en función de diferencia entre el suelo y temperatura del aire ($T_a - T_s$) para diversas velocidades del viento superficial en $m s^{-1}$.

Según Meichelbeck (1710), el viento föhn comenzó al mediodía y sobre tres a cuatro horas más tarde la solidez de la superficie congelada del pantano era demasiado débil para soportar a un jinete. El inicio del föhn se asocia con una subida repentina de la temperatura. Brinkmann (1974) precisó que los aumentos máximos son en promedio de $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ para las montañas europeas y $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ para las Montañas Rocosas, aunque se han registrado casos extremos en que se han excedido los $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Las rachas de 45 m s^{-1} no son infrecuentes en estos vientos intensos (Julian y Julian, 1969). Considerando un viento de 35 m s^{-1} y una diferencia de temperatura, ($T_a - T_s$), de $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, llegamos a una tasa de derretimiento del hielo del orden de 8.5 mm h^{-1} . La capa sólida de hielo del lago se vería reducida en 2.5 cm en el plazo de 3 horas.

Uno ha de tener presente que la solidez del hielo de un lago y de la superficie congelada de los pantanos es absolutamente diferente, porque en esta última consiste en una mezcla congelada de hierba, de pequeñas plantas, de suelo y de agua. Esta mezcla necesita menos energía para derretir las partes heladas del suelo antes de perder su fuerza de sustentación. Un flujo de calor de cierta magnitud derretirá una capa mucho más profunda de pantano congelado que de hielo del lago. Suponiendo una fusión de la capa del pantano que sea el doble de eficaz que la del hielo del lago, llegamos una estimación de cerca de 5 cm en el plazo de 3 horas. La reducción del espesor evaluada no es muy dramática, pero sí suficiente para cambiar una superficie helada y llevarla desde su capacidad de soporte a no soporte.

Meichelbeck pudo haber dramatizado la intensidad del acontecimiento, acortando el período del impacto para incrementar la importancia del milagro. Aumentando el período hasta 6 horas, entre el inicio del föhn y el reconocimiento de la capacidad de no soporte, los valores anteriormente calculados aumentan a 10 cm para un pantano congelado. Esta estimación, siendo del mismo orden que la fuerza de sustentación mínima, sugiere que la transición de la capacidad de no

soporte de la superficie congelada del pantano es muy probable que quedara dentro del período de tiempo corto. Puesto que las condiciones meteorológicas necesarias no están más allá de su rango común, no hay ninguna evidencia de que ocurrió un milagro. Se sugiere que el föhn del 28 de enero de 1704 fue un acontecimiento extraordinario y que Meichelbeck lo documentó correctamente en el tiempo. Sin embargo, debemos admitir que una explicación natural no siempre imposibilita una sobrenatural.

Pintura artística del acontecimiento del föhn

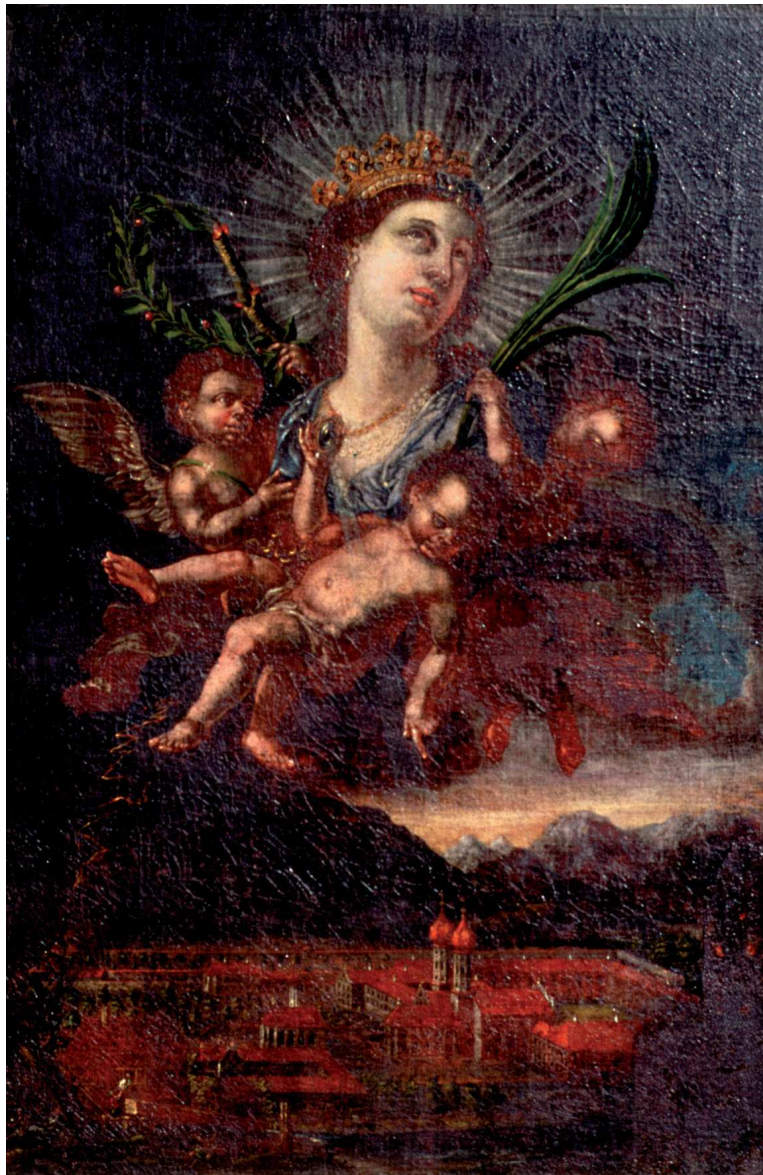


Figura 5. El milagro de Anastasia pintado por Lucas Zais alrededor de 1720. El tamaño de la imagen es de 1.3 m x 0.9 m. (© Monasterio de Benediktbeuern)

Desde un punto de vista meteorológico, es interesante mirar una pintura artística de este föhn excepcional. La figura 5 muestra una pintura de Lucas Zais que describe el milagro del föhn del

28 de enero de 1704. En una visión aérea desde el norte, se muestra el monasterio y la brecha de la montaña entre el lago Walchen y el lago Kochel, hasta cierto punto similar a la fotografía de la figura 2. Una capa oscura de nubes cubre la zona de los Alpes, incluyendo al monasterio. Sobre el hueco de la montaña, un cielo brillante de föhn bosqueja con claridad el contorno del paso, ilumina los picos de la montaña situados detrás del boquete y vierte cierta luz sobre el monasterio.

Esta es una visión típica desde el norte hacia las montañas bajo condiciones de föhn. El efecto depende de la fuerza del föhn y de las condiciones atmosféricas tridimensionales, tales como humedad, el viento y la temperatura. El efecto óptico se puede limitar localmente como en la pintura o extenderse más a lo largo, abarcando todo el norte de los Alpes. Hay un ejemplo de esto último en la figura 6, con una vista panorámica tomada desde Munich durante el episodio de fuerte föhn del 8 de noviembre de 1982, el llamado “föhn del siglo” (Hoinka, 1985). La foto muestra claramente el vacío de nubes sobre la barrera alpina, con una débil indicación de la pared del föhn (es decir, el borde a sotavento, casi vertical, de la nube orográfica, que aparece sobre las cumbres y las laderas de las tierras altas a barlovento). Las nubes lenticulares sobre la barrera alpina indican ondas de montaña del lado de sotavento.



Figura 6. Vista hacia los Alpes desde Munich durante el föhn del 8 de noviembre de 1982.

En la pintura mostrada en la figura 5, Santa Anastasia se asoma sobre el monasterio rodeada por ángeles. A la izquierda de su cabeza aparece una rama ardiente que se transforma en una guirnalda de laurel. Esto describe simbólicamente que Dios tomó el calor del fuego que quemó a la santa, proporcionando este calor a Anastasia en la forma del aire cálido del föhn. Esto permitió a Anastasia salvar el monasterio en nombre de Dios y salir victoriosa frente al ejército del Tírol. El estado y la calidad de la pintura no permiten la identificación clara de más detalles. Sin embargo, la figura 7 muestra un grabado de cobre (por Lucas Zais) que exhibe exactamente la misma representación ilustrada. Obviamente, el efecto del föhn de aclarar el cielo sobre las montañas es más débil, al tratarse de un grabado de cobre.



Figura 7. Grabado en cobre del milagro de Anastasia por Lucas Zais alrededor de 1720 (© Monasterio de Benediktbeuern)

La figura 8 muestra una ampliación de la parte de la figura 7. Embebido en el rayo de la misericordia se lee la frase en latín *non timebit domui suae* (*ella no está preocupada por su casa*) (Biblia: Proverbios 31:21), que indica el efecto de la protección de la súplica de Anastasia. La fusión repentina del pantano congelado debido al föhn debió haber sido tan impresionante que, después del informe de Meichelbeck (1710), las tropas tirolesas se habían aterrorizado de esta maravilla, de un presagio o de la muestra de que Dios y Santa Anastasia estaban del lado del monasterio. En el lado izquierdo, un destello zigzagueante, e incluso la lluvia, pueden señalar a los jinetes tiroleses en su huida, indicando simbólicamente el castigo de Dios. A ambos lados, izquierdo y derecho, se ven casas quemadas por las tropas tirolesas, que muestran el pillaje en varias aldeas a lo largo de la ruta de escape. Es interesante observar que el humo sale de las casas hacia el lado izquierdo del grabado. En relación a la vista aérea de las montañas, esto indica un flujo del Este. Sin embargo, el föhn del sur sopla desde las montañas hacia el observador. Esto sugiere que, aquí, los detalles realistas y los cuadros solitarios están pintados de una manera poco realista.



Figura 8. Parte ampliada de la figura 7 (ver texto para detalle).

Observaciones finales

En las regiones montañosas, los vientos fuertes descendentes de ladera tienen un considerable impacto social. Por ejemplo, tres situaciones severas de chinook citadas por Brinkmann (1974) causaron daños materiales estimados del orden de 5 millones de dólares, dañando a cincuenta personas y dejando dos muertos. Las ráfagas fuertes de chinook han volcado caravanas, camiones, aviones y casas sin cimientos, soplando intensamente como para impedir tráfico (Julian y Julian, 1969). Efectos similares se han observado en casos de föhn intenso en los Alpes. En 1846 ocurrió un föhn excepcional, en que los fuertes vientos y las altas temperaturas dieron origen a un incendio en Schlehdorf (cuadro 3), quemando la aldea entera. También es conocido el impacto social débil, ya que algunas personas sufren de dolores de cabeza durante el föhn en Baviera. Pero un impacto muy diferente se pone de manifiesto con el föhn histórico de 1704, que previno del pillaje al monasterio en Benediktbeuern.

Los países católicos europeos muestran una riqueza de maravillas a través de los siglos, aunque los 'milagros meteorológicos', como el de Anastasia, son raros. Sin embargo, otro ejemplo bávaro curioso es el milagro de la niebla, donde las súplicas y los rezos medievales a María del obispo Lantpert evitaron que la catedral de Freising (norte de Munich) fuera devastada por las tropas invasoras húngaras en el siglo X. La leyenda dice que la catedral situada encima de una colina fue rodeada por una niebla densa y las tropas la perdieron debido a la pobre visibilidad.

Hasta finales del siglo XVIII, muy poco se conocía sobre la naturaleza y el lugar que ocupaba el límite entre las causas naturales y sobrenaturales. La invención del barómetro y del termómetro marcó el amanecer del estudio de la física atmosférica. El nacimiento de la meteorología científica vino con la publicación del documento de Halley sobre los vientos alisios (1688), la formulación de la ley de Hooke (1703) y de la ley de Gay-Lussac (1702).

Esta nueva ciencia cambió la importancia de las maravillas, prodigios y milagros. Si los cometas no aterrorizaban más, si lo extraño y los hechos fascinantes no perduraron más, fue debido al amanecer de la nueva ciencia y a su acercamiento objetivo y racional al estudio de la naturaleza, sacando muchos de los prodigios a la observación del mundo físico (Daston y Park, 1998). La

relevancia de lo nuevo, el significado secular de la Ilustración como un estado de ánimo fue el rechazo de lo maravilloso. Sin embargo, ni lo racional, ni la ciencia, ni incluso la secularización enterraron las maravillas, porque ellas podían, y a veces entretenían y aterrorizaba lo mismo que, inducir temor. Sin embargo, en nuestro interior más profundo todavía anhelamos las maravillas, esperadas por lo raro, extraordinario y por su capacidad de sorprender nuestras almas.

Agradecimientos

Damos las gracias a Heide Escher-Vetter (Bayerische Akademie der Wissenschaften, Munich) por sus discusiones sobre la fusión de los glaciares con nosotros; y a Martin Hagen y Winfried Beer (ambos del DLR) por ayudarnos a generar las Figuras 1 y 3.

Referencias

- Brinkmann WAT.** 1974. Strong downslope winds at Boulder, Colorado. *Mon. Wea. Rev.* **102**: 592–602.
- Daston L, Park K.** 1998. *Wonders and the order of nature*. Zone Books: New York.
- Escher-Vetter H.** 2000. Modelling melt water production with a distributed energy balance method and runoff using a linear reservoir approach – results from Vernagtferner, Oetztal Alps, for the ablation seasons 1992 to 1995. *Zeitschr. f. Gletscherkunde und Glazialgeologie*, **36**: 119–150.
- Hoinka KP.** 1985. Observation of the airflow over the Alps during a foehn event. *Q. J. R. Meteorol. Soc.* **111**: 199–224.
- Julian LT, Julian PR.** 1969. Boulder's winds. *Weatherwise* **22**: 108–112.
- Kerr AD.** 1996. Bearing capacity of floating ice covers subjected to static, moving, and oscillatory loads. *Appl. Mech. Rev.* **49**: 463–476.
- Meichelbeck C.** 1710. *Leben, Leyden, Todt, Übersetzung und gnadenreiche Gutthätigkeit der großen heiligen Anastasia*. München.
- Pfister C.** 1992. Monthly temperature and precipitation in central Europe from 1725– 1979: Quantifying documentary evidence on weather and its effects, in *Climate since A.D. 1500*. Bradley RS, Jones PD (eds). Routledge: London; 118–142.
- Schleich C.** 1807. Loisach-Fluß, von der Tirolischen Gränze bis in die Isar unterhalb dem Markte Wolfratshausen, in: *Hydrographische Karte*. Von Riedl A, von Baiern S (eds). Lentnerische Buchhandlung: München.
- Weber L.** 1991. Zur Geschichte des Klosters Benediktbeuern, in *Catalogue of the Exhibition in the Monastery Benediktbeuern Oktober 1991*. Kirmaier J, Treml M (eds). Veröffentlichung zur Bayerischen Geschichte und Kultur No. 21/91. München.

Correspondencia con el autor: Klaus P. Hoinka, Institut für Physik der Atmosphäre, DLR, Postfach 1116, D-82230 Weßling, Germany.
Email: klaus.hoinka(at)dlr.de