

OBSERVACIONES METEOROLÓGICAS

La observación meteorológica consiste en la medición y determinación de todas las variables atmosféricas que en su conjunto representan las condiciones del estado de la atmósfera en un momento dado y en un determinado lugar, utilizando instrumental adecuado en el lugar adecuado y complementado por los sentidos del observador meteorológico (si es necesario).

Es necesario conocer el estado de las variables atmosféricas para hacer diagnósticos en tiempo real, previsión del tiempo, alertas meteorológicas y estudios del clima. Algunas actividades también necesitan conocer el estado actual del tiempo o la previsión a futuro para su funcionamiento, como ser aeropuertos y actividades agropecuarias.

1. CALIDAD DE LOS DATOS

Cuando tenemos datos es necesario asegurarnos que sean de buena calidad. Un dato cuya calidad no es asegurada, a veces, es mejor no usarlo. Debemos asegurarnos que venga de una fuente confiable. Para esto, la Organización Meteorológica Mundial (OMM) plantea las condiciones que deben cumplir los instrumentos y el lugar donde se toman las medidas, horarios fijos de toma de medidas, grado de exactitud de cada variable, etc.

Representatividad

La representatividad de un dato depende tanto del fin para el cual se necesite el dato como de la variable en sí.

Hay variables que tienen mayor variación espacial y temporal que otras. Por ejemplo, la precipitación varía mucho en ambos sentidos. Es decir, es probable que en el mismo instante esté granizando en una región mientras que en otra zona, a unos pocos kilómetros de la primera no exista precipitación de ningún tipo. Por otro lado, la precipitación también presenta una variabilidad temporal importante.

Con el objetivo de diseñar una red de observaciones meteorológicas debemos pensar en el fin para el cual vaya a ser utilizada la información.

A modo de ejemplo se presentan algunas escalas:

- Microescala- estudia procesos de escala espacial menor a 100m. Esta escala es útil para estudiar para agricultura y contaminación atmosférica.
- Gran escala- estudia procesos de escalas espaciales entre 100-3000 km, como ser ciclones y frentes.
- Escala planetaria- los procesos tienen escalas espaciales de más de 3000km, por ejemplo ondas planetarias.

Metadato

Es la información sobre los datos. Si no conocemos la historia de los datos, es decir, en qué condiciones fueron tomados (ubicación y entorno de la estación, cambios de personal, estado de los instrumentos, periodicidad de las calibraciones) el dato pierde todo tipo de valor ya que no se puede asegurar su calidad.

Por otro lado, si no tenemos la certeza de que los datos fueron tomados en las mismas condiciones en diferentes lugares no tiene sentido compararlos.

Para resaltar la importancia del metadato, se pueden observar los gráficos de temperatura media y máxima de la estación de Salto. Se podría pensar que hubo un cambio climático en el año 1976, pero conociendo la historia de la estación, se sabe que

lo que ocurrió ese año fue un cambio de ubicación. Seguramente, el aparente cambio de comportamiento de las temperaturas sea debido al cambio de ubicación de la estación y no a un cambio climático.

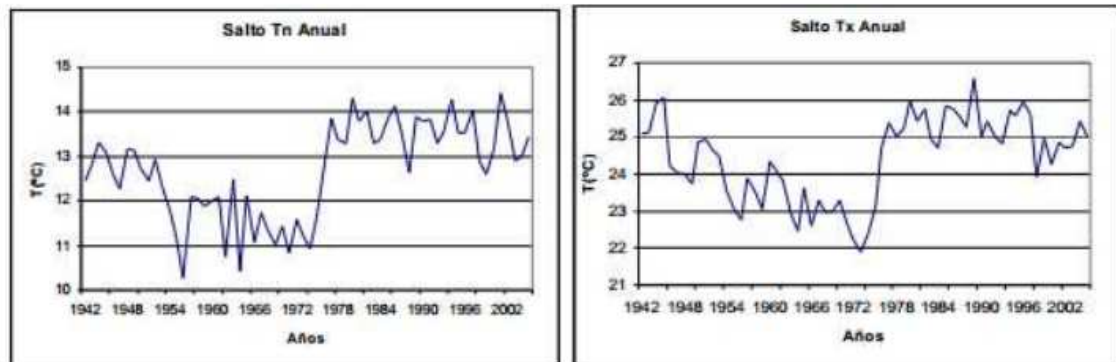


Figura 1-temperatura media y máxima anual de la estación de Salto

2. TIPOS DE ESTACIONES

La Organización Meteorológica Mundial cuenta con varios tipos de estaciones meteorológicas.

Estaciones de altura

Son estaciones donde se realiza el lanzamiento de globos sonda una o dos veces por día. Aunque la OMM considera que los lanzamientos deben ser 2 por día (9 y 21 UTC), por un tema de costos, varias estaciones (principalmente de América del Sur) lanzan solamente uno. El motivo por el cual alcanza con 2 mediciones diarias es que las variaciones en altura son bastante lentas. Por otro lado, tampoco es necesaria una red espacial muy densa. Actualmente son 1300 las estaciones de radiosondeo (en todo el mundo). Los globos sonda envían, datos de presión, temperatura, viento y humedad relativa a diferentes alturas, hasta que finalmente explotan a una altura aproximada de 30 km. Los datos de viento no se miden con un sensor sino que se hallan a partir de las posiciones que envía el GPS del globo.

Estaciones marinas

Consiste en 1000 barcos y 1200 boyas (fijas y a la deriva) que mandan datos de temperatura del aire, humedad relativa, velocidad del viento, presión atmosférica, precipitación, radiación, temperatura de agua de mar, altura y período de las olas.

Aviones

Diariamente 3000 aviones dan datos de temperatura, viento y presión a lo largo de sus rutas.

Superficie

Las estaciones de superficie son las que tienen mayor densidad (4000 estaciones). Tienen distintos fines: sinópticos, climatológicos y aeronáuticos. La diferencia entre los 3 tipos de estaciones está en la cantidad de variables a medir y la densidad temporal de las medidas. También, cada estación comunica sus datos en diferentes códigos. Por ejemplo, las estaciones sinópticas mandan mensajes SYNOP. Estos son mensajes alfanuméricos, donde cada variable se expresa con letras y números. Cada letra y número tiene un significado universal.

3. ESTACIONES EN SUPERFICIE

Existen 2 tipos de estaciones: automáticas y convencionales. Las estaciones automáticas, tienen un registro y almacenamiento continuo de las variables, mientras que en las manuales se cuenta con personal capacitado para realizar la lectura y registro de los datos (observador meteorológico). En la estación convencional los datos se toman horariamente.

Las estaciones deben estar ubicadas en una zona que sea representativa del lugar. Por ejemplo, si queremos conocer las condiciones con fines aeronáuticos, la estación debe estar ubicada en el aeropuerto o en una zona que simule aeropuerto.

En el caso de estaciones sinópticas y climatológicas los requerimientos impuestos por la OMM son:

- Área abierta mayor a 7m*10m
- Pasto corto o superficie representativa de la zona
- No debe haber pozos ni terreno inclinado en la vecindad
- Zona alejada de edificios y árboles

Cada estación en superficie tiene una identificación mundialmente reconocida. Por ejemplo, las estaciones de la OMM en Montevideo son la de Carrasco, cuya identificación es 86580 y la del Prado, 86585.

I. ESTACIÓN CONVENCIONAL

Las estaciones sinópticas convencionales tienen un parque meteorológico donde se ubican el heliógrafo, anemómetro, veleta, pluviómetro, pluviógrafo, geotermómetros (termómetros de profundidad), nefobasímetro, visibilómetro, tanque de evaporación y abrigo meteorológico. El abrigo o caseta meteorológica es un “refugio” donde se ubican ciertos instrumentos para no recibir radiación directa del Sol ni ser influenciados por el viento. Se pinta de blanco para disminuir el calentamiento radiativo y tiene rendijas para que circule el aire. Sus características varían según la región en la que se ubique la estación. Por ejemplo, en zonas de nieve es necesario que el techo sea a 2 aguas para que la nieve no se almacene. En el abrigo meteorológico se ubican los termómetros de máxima y mínima, psicrómetro, evaporímetro Piché y termohigrógrafo. En la oficina se ubican el barómetro y barógrafo.



Figura 2- estación meteorológica convencional



Figura 3- abrigo meteorológico

Las estaciones sinópticas deben registrar:

- Tiempo presente
- Tiempo pasado
- Temperatura del aire y suelo
- Humedad relativa
- Velocidad del viento (magnitud y dirección)

- Cobertura nubosa
- Tipo de nubes
- Altura de la base de las nubes
- Visibilidad
- Humedad relativa
- Presión Atmosférica
- Precipitación
- Cobertura de nieve
- Radiación solar
- Evaporación

Tiempo presente y tiempo pasado

Tiempo presente y tiempo pasado indican las condiciones del tiempo en la hora precedente y durante las últimas 3 horas. Es necesaria la presencia de un observador meteorológico. Se registra en un código numérico.

VARIABLES QUE SE MIDEN CON INSTRUMENTOS

Un instrumento contiene, al menos, un sensor, un dispositivo de acondicionamiento de la señal y un dispositivo para visualizar el dato. También puede tener: convertidor de análogo a digital, dispositivo de almacenamiento y transmisión de datos, pantalla, etc. A los instrumentos que cuentan con dispositivo de almacenamiento de datos se les agrega al final de su nombre “grafo”. Es decir, si tenemos un termómetro que almacena datos lo llamaremos termógrafo. Los instrumentos con almacenamiento y los sin almacenamiento son complementarios. Mientras los instrumentos sin almacenamiento son más confiables en sus medidas y se utilizan como instrumento patrón, los instrumentos con almacenamiento permiten observar tendencias y variaciones en el tiempo. Por ejemplo, al estudiar la precipitación es importante conocer, además de la cantidad precipitada, la distribución temporal de la misma.

Para entender un instrumento debemos entender el principio físico que cumple el sensor.

Anemometría

En las estaciones meteorológicas el viento se mide a 10m de altura y los sensores deben instalarse en un lugar bien expuesto. Se recomienda que si hay obstáculos que alteren la velocidad y dirección del viento, la distancia al punto de medición sea, por lo menos, 10 veces la altura del obstáculo.

A. Anemómetro de copelas (módulo de la velocidad)

Se mide la velocidad de rotación de una estructura formada por casquetes semi-esféricos que giran con respecto a un eje vertical.

B. Velela

Se utiliza para medir la dirección del viento. Está formada por una placa fija en el eje vertical que gira libremente en la dirección horizontal orientándose siempre en la dirección del viento.

C. Anemómetro Sónico

Se basa en que la velocidad de propagación del sonido depende de la velocidad del viento. Consiste de sensores que envían señales de sonido y otros que las reciben. Mide el tiempo que demora la señal en atravesar una distancia conocida (en gral 20 cm). Es más caro y preciso que el anemómetro de copelas. Tiene grandes errores cuando llueve o nieva.

Nubosidad

Por un lado es necesario conocer la nubosidad total y por el otro, también se necesita conocer el tipo de nubes y la cobertura de cada uno de ellos. Las nubes se diferencian por su forma y la altura de su base, como se muestra a continuación.

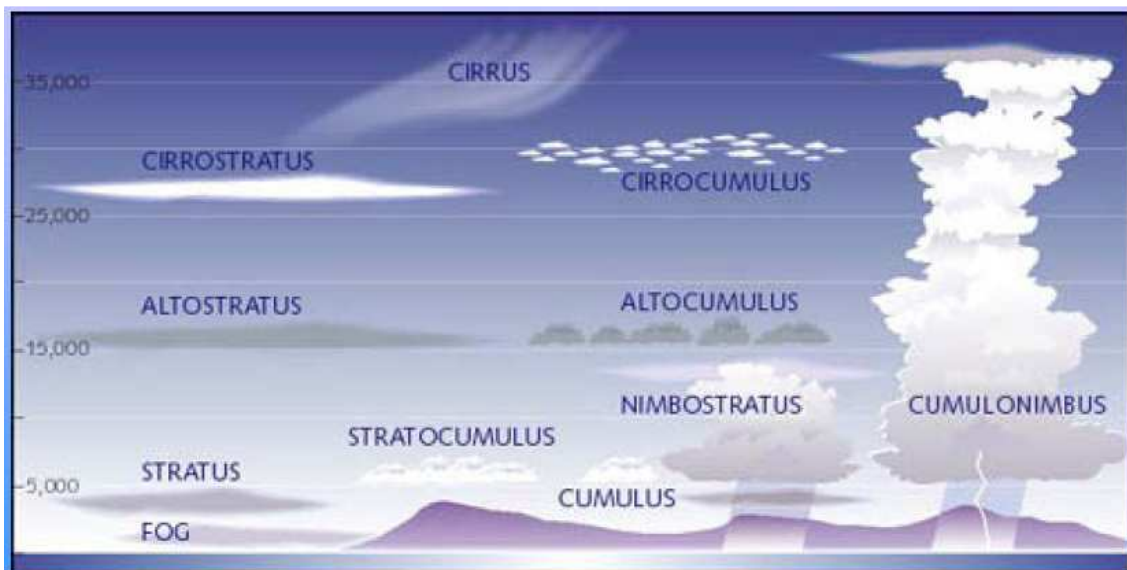


Figura 4- tipos de nubes

La cobertura de nubes es la cantidad de cielo cubierto. Se mide en octas. Si la mitad del cielo está cubierto, con una mitad de nubes cirrus y otra mitad estratos se dice que hay 4 octas, de las cuales 2 son cirrus y 2 estratos.

No hay instrumento para medir la forma de las nubes, por lo cual es necesario la presencia de un observador meteorológico. Por otro lado, sí existen instrumentos para medir la altura de la base de las nubes. Es una variable importante en el funcionamiento de un aeropuerto. El instrumento es el nefobasímetro que emite verticalmente luz de laser y registra el tiempo que demora en llegar la reflexión de la base de las nubes. El tiempo es proporcional a la altura de la base de las nubes.

En Uruguay, a falta de nefobasímetro, la altura de la base de las nubes la define visualmente el observador meteorológico.

Visibilidad

La visibilidad se define como la distancia máxima a la que se puede identificar un objeto de características definidas. El instrumento que mide esta variable es el visibilómetro que consta de sensores y receptores de luz. Envía un haz de luz y diferentes receptores, a distintas distancias registran cuánta luz llega.

Este instrumento tampoco se usa en Uruguay. Cuando se carece de visibilómetro se ubican en un mapa los objetos fácilmente reconocibles que estén en los alrededores de

la estación. El trabajo del observador es definir cuáles de esos objetos se llegan a identificar y conociendo la distancia a la que se ubican de la estación se sabe la visibilidad.

Se dice que hay niebla cuando la visibilidad es menor a 2 km y neblina cuando la visibilidad es mayor a 2km pero menor a 10 km.

Temperatura

Se mide la temperatura del aire y la del suelo a diferentes profundidades.

Existen diferentes tipos de termómetros según el principio físico que utilicen. Algunos materiales cambian sus características al cambiar su temperatura. Básicamente se utiliza para medir la temperatura la variación de resistencia eléctrica o de volumen de ciertos materiales.

TERMÓMETROS POR VARIACIÓN DE RESISTENCIA ELÉCTRICA

Termistor- mide la resistencia eléctrica de un semi conductor

TERMÓMETOS POR VARIACIÓN DE VOLUMEN

Termómetros líquidos:

Se mide la expansión o compresión que experimenta un líquido (alcohol o mercurio) en el interior de un tubo de vidrio al cambiar su temperatura.

Mercurio-mide temperaturas entre -39 y 357 °C

Alcohol-mide temperaturas entre -117 y 78°C

A. Termómetro de máxima:

Se instala en un soporte inclinado 2° con respecto a la horizontal (hacia arriba), el elemento sensible es el mercurio.

Presenta un estrechamiento del capilar cerca del depósito, al aumentar la temperatura del mercurio se dilata y atraviesa el estrechamiento. Si la temperatura disminuye, el mercurio no puede volver a atravesar el estrechamiento. Para volver a unir la columna se agita el termómetro.

La medida se toma una vez por día, a las 21 hs local.

B. Termómetro de mínima:

Se instala en posición horizontal, el elemento sensible es alcohol. Contiene, dentro del líquido un índice flotante (de metal) que tiene una resistencia muy grande a salir del líquido. Cuando el alcohol se dilata, pasa fácilmente entre las paredes del tubo y del índice, mientras que cuando se comprime arrastra al índice con él.

Se registra una vez por día, a las 9 hs local.

Tanto el termómetro de máxima como el de mínima se ubican dentro del abrigo meteorológico.

Lámina bimetálica:

Constituida por 2 láminas de metal de diferente coeficiente de dilatación soldadas entre sí. A temperatura ambiente, las láminas son planas y tienen las mismas dimensiones, sin embargo, al calentarse, una lámina se expande más que la otra y se dobla (porque se mantienen juntas). Se aprovecha esta deformación para la apertura y cierre de contactos eléctricos.

Humedad relativa

La humedad relativa es la relación porcentual entre la cantidad de vapor de agua real que contiene el aire y la que necesitaría contener para saturarse a idéntica temperatura, por ejemplo, una humedad relativa del 70% quiere decir que de la totalidad de vapor de agua (100%) que podría contener el aire a esta temperatura, solo tiene el 70%.

A. Psicrómetro o Par psicrométrico

Está formado por 2 termómetros. El bulbo de uno de ellos está envuelto en un tejido que se mantiene siempre humedecido. Ambos termómetros se exponen a una corriente de aire (en general se necesita ventilación artificial). El porcentaje de humedad relativa que exista en la atmósfera define qué cantidad de vapor de agua puede seguir entrando a la atmósfera y por lo tanto la evaporación del termómetro de bulbo húmedo. Ésta evaporación hará que la temperatura del mismo disminuya y sea menor que la del seco. La diferencia de temperatura entre ambos termómetros da una medida del agua evaporada y por lo tanto de la humedad relativa.

B. Higrómetros mecánicos:

Están basados en la propiedad de algunos materiales (cabello, seda, papel, etc) de cambiar de tamaño dependiendo de la humedad relativa.

C. Higrómetros basados en la componente electrónica

Se utiliza la capacidad de ciertos materiales de absorber moléculas de vapor de agua. Esto modifica las propiedades eléctricas de una componente (resistencia o capacitor).

Presión atmosférica

La presión atmosférica es el peso del aire sobre nosotros.

Atmósfera estándar: 1013.25 hPa=mb.

A. Barómetro de mercurio

Se basa en el experimento de Torricelli. Se diferencian del tubo utilizado por Torricelli en el diámetro.

Suponemos que la columna está en equilibrio de fuerzas, la fuerza ejercida en la base de la columna es la de la presión atmosférica y es igual al peso de la columna. Al variar la altura de la columna, varía el peso.

B. Barómetro anerode

Está formado por una cápsula metálica flexible, cerrada de forma hermética, en el interior de la cual se ha hecho el vacío (cápsula de Vidi). Esta cápsula tiene paredes elásticas muy delgadas que se contraen o se dilatan de acuerdo a las variaciones de la presión atmosférica.

Precipitación

A. Pluviómetros

Los pluviómetros tradicionales (mecánicos) están compuestos por una sección receptora de 200cm³, un embudo debajo de ella y finalmente un tanque de almacenamiento.

A la hora de tomar la medida se observa en una escala ubicada en el pluviómetro la altura hasta la cual llega la precipitación acumulada.

B. Pluviógrafos

-Pluviógrafo de balanza: tienen debajo del contenedor de precipitación una balanza que pesa la precipitación acumulada.

-Cangilómetro: están compuestos de un balancín con 2 recipientes idénticos, uno de los cuales está siempre por debajo del embudo. Al llenarse el primer recipiente, el peso del mismo hace que la precipitación acumulada se vuelque y que el segundo recipiente quede debajo del embudo. Un procesador cuenta la cantidad de veces que cada recipiente se vació, lo cual da una medida de la precipitación.

Radiación solar

A. Piranómetro

Instrumento que mide la cantidad de radiación solar (radiación solar directa y difusa) recibida desde todo el hemisferio celeste sobre una superficie horizontal terrestre. Unas placas pintadas de blanco y de negro actúan como sensores. Las placas negras se calientan más que las blancas, debido a que absorben más radiación. Se mide la diferencia de temperatura entre las placas blancas y negras, la cual es función de la radiación solar global. Para evitar el enfriamiento producido por el viento y el efecto de la contaminación atmosférica sobre los sensores, éstos se aíslan mediante una cúpula de vidrio. Para medir la radiación difusa, se instala un sistema que evita la radiación solar directa sobre el sensor.

B. Heliógrafo

Este instrumento no da una medida explícitamente de radiación sino un registro de los intervalos de tiempo durante los cuales la radiación solar alcanza una intensidad determinada. Consiste de una esfera de cristal debajo de la cual se colocan tiras de un papel especial. Si la radiación solar sobrepasa cierto valor, se quema la tira. Finalmente, recuento de intervalos quemados proporciona las horas de sol efectivo del día.

Evaporación

A. Tanque de evaporación

Lo más común es un tanque de clase A que tiene un diámetro de 120 cm y una profundidad de 25.4 cm. Se coloca sobre una plataforma de madera a 10 cm del suelo y debe estar rodeado de pasto. Se agrega agua diariamente al estanque de manera tal que siempre haya la misma cantidad de agua (lo que se agrega es lo que se evaporó). Cuenta con un anemómetro ubicado al borde del tanque. Simula la evaporación que existiría en el caso de que hubiera agua disponible a la altura del suelo.

B. Evaporímetro Piche

Está formado por un tubo de vidrio cerrado por un extremo y abierto por el otro, que se llena de agua destilada o de lluvia; su extremo abierto se tapa mediante un disco de papel secante sujeto por una arandela de alambre. El aparato se cuelga dentro del abrigo meteorológico con la boca abierta hacia abajo; el disco impide que el agua se derrame, pero se impregna con ella y la deja evaporar sobre toda su superficie con mayor o menor

rapidez, según las condiciones de temperatura y humedad del aire. El tubo lleva grabada una graduación creciente de arriba abajo que representa milímetros.

II. ESTACIÓN AUTOMÁTICA

En 1992 se define la estación automática como una estación en la que las observaciones se hacen y transmiten automáticamente. Sin embargo, hoy en día se amplió el concepto y se llama estación automática a una agrupación de instrumentos de medición de variables atmosféricas con almacenamiento de datos. Es decir que actualmente no es requisito necesario de una estación meteorológica que transmita datos.



Figura 5- estación meteorológica automática

VENTAJAS:

- Se pueden ubicar en lugares que son difíciles de acceder
- Obtienen datos a pequeños intervalos de tiempo
- Reduce los errores humanos (por ejemplo, cuando un observador meteorológico registra la medida de un instrumento, esta medida está condicionada a cuan aguda sea su vista)
- Disminuye costos de personal (aunque no los elimina ya que es necesario hacer controles y calibraciones periódicas, y en los casos de que la estación no transmita datos se necesita personal para registrarlos)

TRANSICIÓN CONVENCIONAL-AUTOMÁTICA

Cuando se quiere cambiar una estación convencional por una automática, ambas estaciones deben convivir por un período de tiempo en el que se debe comparar los datos obtenidos y controlar que la nueva estación obtenga datos precisos. Dicho período depende de la zona y de la variable. Por ejemplo, en regiones tropicales el tiempo puede ser menor. En general, los tiempos de convivencia de las estaciones para cada variable son los siguientes:

Viento- 12 meses

Temperatura, humedad, radiación, evaporación-24 meses

Precipitación-60 meses

SENSORES

Los requerimientos de los sensores de estaciones automáticas no difieren mucho de los de estaciones convencionales.

Dado que los instrumentos de medición deben ser automatizados, no todos los instrumentos nombrados previamente sirven en una estación meteorológica automática. A continuación se ejemplifican algunos los instrumentos de medición en una estación automática:

- Temperatura- termistor, termómetro de placas bimetálicas
- Presión atmosférica- cápsula aneróide
- Humedad- psicrómetro de cabello, psicrómetro de termistor (usa el mismo principio que el psicrómetro pero la medida de las temperaturas de termómetros de bulbo húmedo y seco se realiza con termistor)
- Viento- anemómetro de copelas y veleta
- Radiación solar- piranómetro
- Visibilidad- visibilómetro
- Altura de la base de las nubes- nefobasímetro
- Precipitación- calngilómetro