

Introducción

Todo estudio científico de la atmósfera supone disponer, ante todo, de datos meteorológicos precisos. Nuestros sentidos y principalmente la vista y el tacto nos permiten estimar un gran número de observaciones. Por ejemplo, podemos observar la cantidad de nubes presente en el cielo o determinar la dirección del viento por el movimiento de las hojas o una columna de humo. Estas observaciones se denominan observaciones sensoriales.

Sin embargo, nuestros sentidos no bastan y tenemos que recurrir a los instrumentos. Por ejemplo, aunque una persona puede determinar si la presión atmosférica está subiendo o bajando, no puede saber el valor exacto de la misma, para lo cual es necesario consultar a un instrumento. En este caso, las observaciones se llaman observaciones instrumentales.

Los elementos que se miden con ayuda de los instrumentos son los siguientes:

- Duración de la insolación o brillo solar.
- Temperatura del aire, del agua y del suelo.
- Presión atmosférica.
- Humedad.
- Velocidad y dirección del viento.
- Altura de la base de las nubes.
- Cantidad de lluvia.
- Cantidad de evaporación.
- Radiación solar.

La medida de ciertos elementos meteorológicos depende de la instalación de los instrumentos. La elección del emplazamiento de los instrumentos deberá ser tal que sea representativo de las condiciones del medio que le rodea, por lo tanto será necesario evitar toda influencia inmediata de árboles o edificios, lejos de fuertes pendientes ni sobre las cimas.

Los instrumentos meteorológicos para fines científicos deben cumplir los siguientes requisitos: regularidad en el funcionamiento, precisión, sencillez en el diseño, comodidad de manejo y solidez de construcción.

De acuerdo con el modo de realizar la lectura, los instrumentos meteorológicos se pueden dividir en dos categorías fundamentales: instrumentos de lectura directa y aparatos registradores. Los primeros son más precisos, pero cada medida necesita una lectura. Los segundos se refieren a instrumentos en los cuales el movimiento de las partes móviles se amplía por palancas, que actúan sobre una plumilla que inscribe sobre una banda de papel enrollado alrededor de un tambor movido por un mecanismo de relojería. Estas bandas están graduadas para poder determinar la hora exacta de cada punto de la curva registrada.

A continuación se presenta una lista y descripción de los instrumentos meteorológicos más comunes:

CASETA METEOROLOGICA. Pequeña casilla de paredes de madera, puerta y fondo de doble persiana que favorece la ventilación interior e impide que la radiación solar afecte a los instrumentos colocados en su interior. Deben de estar pintadas de blanco. Se debe encontrar a 1.5 metros de altura y debe poseer un tamaño adecuado para poder colocar todos los instrumentos	
--	--

necesarios para una buena toma de lecturas sin mucha manipulación.



TERMÓMETRO DE MÁXIMA

Interesa saber la temperatura más alta y más baja ocurridas en un intervalo determinado de tiempo; por eso se utilizan termómetros especiales que indican dicha temperatura, máxima o mínima, desde la última puesta en estación.

El termómetro de máxima es de mercurio, y se estrecha cerca del depósito: cuando la temperatura sube, la dilatación de todo el mercurio del depósito vence la resistencia opuesta por el estrechamiento, mientras que cuando la temperatura baja y la masa de mercurio se contrae, la columna se rompe por el estrechamiento y su extremo libre queda marcando la temperatura máxima.

Este termómetro se colocará dentro de la garita en posición casi horizontal con el depósito un poco más bajo que el otro extremo, sobre el soporte adecuado. Para poner en estación el termómetro de máxima, después de la lectura, se sacará del soporte y se colocará verticalmente con el depósito hacia abajo, hasta que la columna de mercurio llegue al estrechamiento. Sujetándolo firmemente por la parte contraria al depósito, se sacudirá un cuarto de vuelta con el brazo extendido, de manera que la columna de mercurio esté alineada con el brazo y el depósito quede hacia el exterior. Esto suele ser suficiente para que la columna de mercurio baje hasta indicar la temperatura actual.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Fluido termométrico: Mercurio

Alcance de la escala: de $-31,5^{\circ}\text{C}$ a $+51,5^{\circ}\text{C}$

División de la escala: $0,5^{\circ}\text{C}$

TERMÓMETRO DE MÍNIMA

Los termómetros de mínima acostumbran a ser de líquido orgánico y llevan un índice con ánima metálica sumergida en el líquido. Cuando la temperatura baja, el líquido arrastra el índice porque no puede atravesar el menisco y se ve forzado a seguir su recorrido de retroceso. Cuando la temperatura sube, el líquido pasa fácilmente entre la pared del tubo y el índice, y éste queda marcando la temperatura mínima por el extremo más alejado del depósito. El termómetro de mínima se colocará dentro de la garita en el soporte adecuado, siempre horizontal. La puesta en estación después de la lectura de la mínima se hará inclinando el termómetro

hasta poner el índice de nuevo en contacto con el menisco del líquido, es decir, poniendo hacia arriba el depósito hasta que el índice frene en su caída.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Fluido termométrico: líquido orgánico

Alcance de medida: $-44,5^{\circ}\text{C}$ a $+40,5^{\circ}\text{C}$

División de la escala: $0,5^{\circ}\text{C}$.

HIDROTERMOGRAFO Sirve para registrar automáticamente la temperatura y la humedad relativa. La medición de la temperatura se realiza por medio de un elemento bimetálico, y la de la humedad relativa, por un haz de cabellos con un tratamiento especial. Ambos valores se registran separadamente en una banda semanal. DESCRIPCIÓN DEL APARATO El conjunto medidor está formado por dos sensores, el de temperatura y el de humedad relativa, fijados a una columna.	
---	--

El sensor de humedad relativa es un haz de cabellos, que modifica su longitud según las variaciones de humedad. Esta variación de la longitud del haz se transmite mediante un sistema de palancas en el brazo inscriptor, el cual, con un plomo acoplado en su extremo, va registrando las mencionadas variaciones sobre la banda enrollada al tambor.

El sensor de temperatura está constituido por un elemento bimetálico circular. Cuando varía la temperatura, se produce un cambio en el radio del elemento medidor, que se transmite a un sistema de palancas que accionan el brazo inscriptor.

La banda de registro va colocada sobre un tambor cilíndrico, que contiene el mecanismo de relojería de cuarzo. La banda queda fijada al tambor con una placa metálica.

El termohigrógrafo utilizado en el Observatorio Meteorológico es de la marca THIES y está homologado por el Instituto Nacional de Meteorología.

El termohigrógrafo es posiblemente el aparato más importante entre otros para el estudio del clima. El hecho de poder constatar la hora de la temperatura máxima y mínima, así como la hora de máxima humedad o la de humedad más baja, facilita el trabajo de los estudiosos del tema y de los climatólogos.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

HUMEDAD

–Alcance de medida: de 0% hasta el 100%

–División de la escala: 5% de humedad relativa

–Elemento de medida: haz de cabellos

-Temperatura de funcionamiento: -35°C a $+70^{\circ}\text{C}$

-Precisión :+ - 2% de humedad relativa.

TEMPERATURA

-Alcance de medida: de -35°C a $+45^{\circ}\text{C}$

-División de la escala: 1°C

-Elemento de medida : bimetálico

-Precisión:+ - $0,5^{\circ}\text{C}$

MECANISMO DE RELOJERÍA

-Tiempo de registro: 7 días

-División: 2 horas

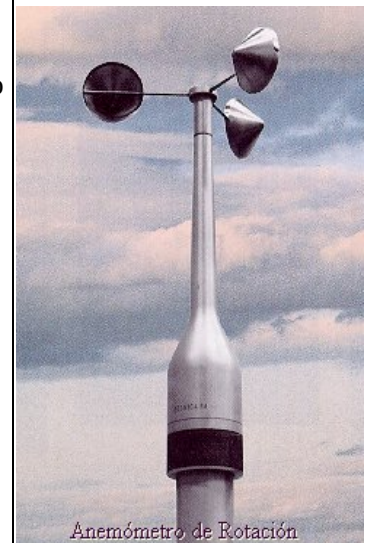
-Anchura de registro: 2 por 82 mm.

ANEMOMETRO

Instrumento para medir la velocidad del viento (m/s) o para la observación simultánea de la dirección (grados) y la velocidad del viento. Los anemómetros miden la velocidad instantánea del viento, pero las ráfagas (fluctuaciones habituales del viento) se producen con tal frecuencia que restan interés a dicha medición, por lo que se toma siempre un valor medio en intervalos de 10 minutos.

Existe gran diversidad de anemómetros.

- Los de **empuje** están formados por una esfera hueca y ligera (Daloze) o una pala (Wild), cuya posición respecto a un punto de suspensión varía con la fuerza del viento, lo cual se mide en un cuadrante.
- El anemómetro **de rotación** está dotado de cazoletas (Robinson) o hélices unidas a un eje central cuyo giro, proporcional a la velocidad del viento, es registrado convenientemente; en los anemómetros

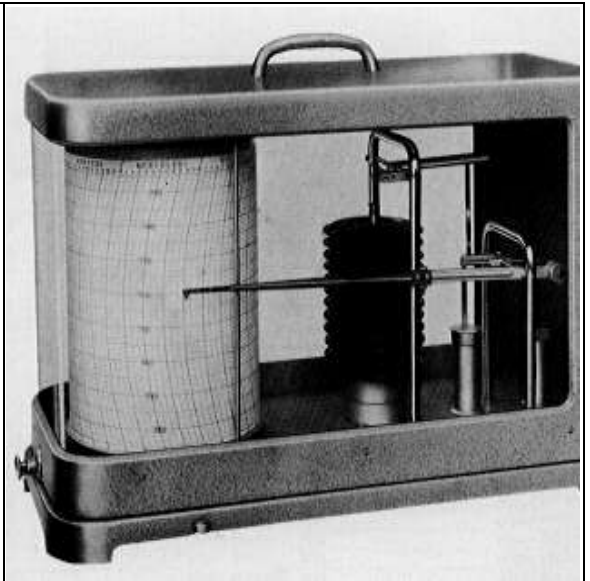


magnéticos, dicho giro activa un diminuto generador eléctrico que facilita una medida precisa.

El anemómetro **de compresión** se basa en el tubo de Pitot y está formado por dos pequeños tubos, uno de ellos con orificio frontal (que mide la presión dinámica) y lateral (que mide la presión estática), y el otro sólo con un orificio lateral. La diferencia entre las presiones medidas permite determinar la velocidad del viento.

BARÓGRAFO

El barógrafo es un instrumento de precisión que registra la presión atmosférica. Gracias a la escala ampliada de alta sensibilidad y a la precisa compensación de temperatura, se considera un microbarógrafo. Puede recoger perfectamente pequeñas variaciones de presión, ya que una variación de 1 mm de Hg corresponde en el diagrama a un recorrido de 2,5 mm. tiene un dispositivo de registro cronológico de la presión atmosférica. Se llama también barómetro registrador y las unidades son el milímetro de mercurio (mm Hg) o el milibar (mb).



La presión atmosférica se mide utilizando dos juegos de cajas aneroides, conectadas formando un par, que transmiten las variaciones de presión al brazo registrador mediante un sistema de palancas. Sobre el eje giratorio del brazo registrador hay un amortiguador de tambor, que lo hace relativamente insensible a las vibraciones. El brazo registrador está en equilibrio, de manera que la presión de escritura se determina por la plumilla. Así se garantiza una escritura impecable, incluso cuando el instrumento tiene una inclinación de más de 20 grados.

Los juegos de cajas aneroides están cubiertos por una chapa para la protección de daños. También tiene una chapa protectora sobre el sistema de palanca y amortiguador, para evitar los golpes cuando se coloca la carcasa protectora del instrumento. Para levantar el brazo registrador del diagrama existe un dispositivo separador a un lado de la chapa protectora. Con el botón de ajuste que se encuentra en la parte superior de la chapa protectora se ajusta la presión atmosférica exacta del lugar. La banda va colocada sobre el tambor que gira mediante un mecanismo de relojería protegido contra retrocesos del tambor. Además, dispone de un sistema de seguridad capaz de absorber cualquier tipo de vibración o movimiento accidental aplicado al brazo inscriptor.

DATOS TÉCNICOS:

- Alcance de medida: de 965 Hpa a 1050 Hpa
- Exactitud: más–menos 0,1 Hpa sobre un alcance de unos 70 Hpa
- División :1 Hpa
- Mecanismo de medida: dos juegos de cápsulas aneroides térmicamente compensadas
- Amplitud de registro: 7 días (más un margen de 24 h)
- Avance : 40 mm

LA PRESIÓN NORMAL EN SORT ES DE 936 Hpa (Mb)

En meteorología el horario es siempre solar.

BARÓMETRO DE MERCURIO

Aparato inventado por Torriceli en 1643, que sirve para determinar la presión atmosférica por medio de una columna de mercurio. Las unidades son el milímetro de mercurio (mm Hg) o el hectopascal (hPa).

Los barómetros de mercurio utilizados en los observatorios sirven para medir la presión atmosférica y han de ser contrastados con un barómetro patrón. Pertenecen al tipo de barómetros de escala compensada, en los cuales no es necesario ningún ajuste a "cero" de la escala. Su uso es sencillo, ya que se reduce a una simple lectura en el extremo superior de la columna. Esta lectura ha de corregirse exactamente con tablas normalizadas para poder hacer comparaciones de presión a nivel nacional o regional.



DESCRIPCIÓN DEL APARATO

Consta de un tubo de cristal lleno de mercurio con un extremo abierto que va sumergido en la cubeta situada bajo el tubo graduado. Para asegurar el vacío, el tubo capilar se ha provisto de un dispositivo que impide el paso de cualquier burbuja de aire. Para medir la temperatura del mercurio, lleva acoplado un termómetro, graduado en medios grados. El barómetro está construido de tal manera que se conoce la relación entre las secciones interiores del tubo y la cubeta. La escala se hace de forma que las subidas de mercurio en el tubo estén compensadas en la escala con las bajadas del mercurio en la cubeta. Dispone de un medidor que puede deslizarse a lo largo del tubo graduado por medio de un botón que acciona un mecanismo de engranaje y piñón. Tanto el medidor como la escala fija están protegidos del polvo por un tubo de cristal.

DATOS TÉCNICOS:

- Amplitud de la escala: 560 hpa a 1040 hpa
- Diámetro interior del tubo: 8 mm
- Precisión: más menos 0,3 hpa
- Divisiones: 1 hpa
- Precisión de lectura: 0,1 hpa con medidor.
- Temperatura de referencia: 0 grados.
- Intervalo de temperatura: -15°C a $+50^{\circ}\text{C}$
- Divisiones de temperatura: $0,5^{\circ}\text{C}$

HELIOGRAFO (DE CAMPBELL STOKES)

Instrumento registrador de los intervalos de tiempo durante los cuales la radiación solar alcanza una intensidad suficiente para producir sombras distintas. En este tipo de heliógrafo el sol quema una cartulina graduada en horas, la cual está arrollada concéntricamente debajo de la esfera de vidrio.

El recuento de intervalos quemados proporciona las horas de sol efectivo del día. La duración de la insolación se determina concentrando los rayos solares sobre una banda constituida por una tira de cartulina que se quema en el punto en que se forma la imagen del sol.

Si la localización sobre la banda se hace mediante una lupa, será necesario desplazarla constantemente en función de las variaciones diurnas y estacionales de la posición del sol.

Para evitar este inconveniente se utiliza una esfera de cristal. La banda de registro se coloca de forma apropiada sobre un soporte curvado, concéntrico a la esfera.

Los rayos solares se concentran sobre la banda. Si el sol brilla durante todo el día se forma un trazo carbonizado continuo. Si el sol brilla de manera intermitente, el trazo carbonizado es discontinuo. En este caso la duración de la insolación se determina sumando las longitudes de las partes carbonizadas.

DESCRIPCIÓN DEL APARATO

EL heliógrafo de Campbell–Stokes está constituido por una esfera de cristal de 96 mm de diámetro montada concéntricamente en el interior de un casco esférico en el que el radio es tal que los rayos solares forman un foco muy intenso sobre una banda de cartulina encajada en unas ranuras del casquete.

Éste lleva tres pares de ranuras paralelas en las cuales se pueden alojar tres clases de bandas diferentes, según la estación del año. La bola de vidrio descansa sobre un soporte cóncavo, boca arriba y de forma esférica. Una percha elástica llega al borde de la bola y mediante un tornillo y un disco mantiene oprimida la bola contra el soporte inferior. Con esto se consigue una fijación suficiente.

Las dimensiones de las zonas esféricas de la cazoleta se han elegido de forma que la bola de cristal esté expuesta sin impedimentos a los rayos solares.

PSICRÓMETRO

Instrumento empleado para medir indirectamente la humedad relativa del aire. Está formado por dos termómetros, cuyos depósitos se mantienen, el uno seco y el otro mojado cubierto por una película fina de agua pura o hielo. Fue diseñado por Augustus en 1825.

La humedad relativa, la tensión de vapor y el punto de rocío se determinan por medio del psicrómetro, con la ayuda de tablas. Este aparato consta de un juego de dos termómetros iguales: uno de ellos, denominado "**termómetro seco**", que sirve simplemente para obtener la temperatura del aire, y el otro, denominado "**termómetro húmedo**", que tiene el depósito recubierto de una muselina húmeda mediante una mecha que lo pone en comunicación con un depósito de agua destilada. El agua que empapa la muselina se evapora, pero para hacerlo necesita calor,



que obtiene del termómetro, con lo que la temperatura baja. El agua evaporada es reemplazada por la que llega a través de la mecha. El transporte se ajusta automáticamente, y se establece un régimen estacionario que depende de la velocidad de evaporación. Al termómetro le llega exactamente la misma cantidad de agua que se evapora, ni más ni menos.

Ahora bien, la velocidad de evaporación, es decir, la cantidad de agua evaporada depende de la humedad del aire, ya que, si el aire está saturado es evidente que no podrá admitir cantidad de vapor alguna, mientras que si está muy seco, la evaporación tendrá que ser muy activa. Por otro lado, el descenso de temperatura provocado por la evaporación depende, al mismo tiempo, de la velocidad de ésta, porque también por este lado llega a establecerse un equilibrio estacionario entre el calor perdido a causa de la evaporación y el recibido del exterior, y el descenso de temperatura no progresa indefinidamente, sino que se detiene en un punto más o menos bajo.

PLUVIOMETRO El pluviómetro es el aparato que sirve para medir la precipitación que cae en la superficie de la tierra en forma de lluvia, nieve, granizo, etc. El pluviómetro adoptado por el INM es del modelo Hellman que consta de un vaso cilíndrico en el que el lado cortante de la anilla de latón de la parte superior asegura una superficie de recogida con una sección exactamente de 200 cm². Un embudo profundo, para que las gotas que hayan entrado no salgan al rebotar, conduce el agua a otro recipiente cilíndrico, el colector de boca estrecha en el que entra el tubo del embudo. Así, toda el agua recogida se conserva en el vaso colector, protegido de la evaporación por el estrechamiento de la boca y por el dispositivo de dobles paredes que resulta.	
--	--

Probeta graduada:

La medida de la precipitación recogida se realiza pasando el agua del colector a la probeta graduada. Para facilitar la medida de las décimas, la escala de la probeta se ha hecho teniendo en cuenta la superficie recogida, y los valores medidos son los que corresponderían a los que hubiésemos recogido en un pluviómetro de un metro cuadrado de superficie de recogida de agua. Esta probeta sólo sirve para medir la lluvia recogida en un pluviómetro de 200 cm² de sección.

EVAPORIMETRO El evaporímetro sirve para medir la evaporación potencial, es decir, la cantidad de agua por unidad de área y por unidad de tiempo que se evapora a través de una pequeña superficie expuesta al aire libre. El pequeño tamaño de la superficie evaporante es condición esencial para que la presencia del aparato no perturbe sensiblemente el estado de la atmósfera. El evaporímetro del Observatorio de Sort es el adoptado por el INM y se denomina de PICHÉ.	
--	--

DESCRIPCIÓN DEL APARATO

Está formado por un tubo de cristal cerrado por un extremo y abierto por el otro, que se llena de agua destilada o de lluvia. El extremo abierto se tapa con un disco de papel secante sujeto por una volandera de metal. El aparato se cuelga dentro del abrigo termométrico con la boca abierta hacia abajo; el disco impide que el agua pueda salir, pero permite que se evapore 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 a abajo en milímetros. El tamaño de los discos ha de ser rigurosamente constante, ya que la graduación del tubo está hecha teniendo en cuenta su tamaño. El tubo se ha hecho mucho más estrecho para facilitar la lectura y poder apreciar fácilmente las décimas de milímetro.

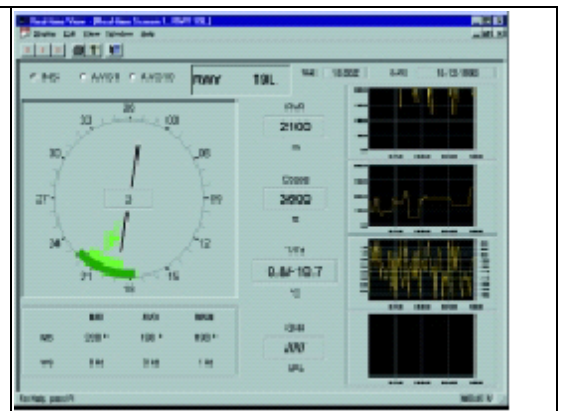
RADIO SONDA

Es un instrumento que es llevado a través de la atmósfera. Está provisto de dispositivos que permiten determinar elementos meteorológicos, presión, temperatura, humedad, entre otros, y posee medios radioelectrónicos para la transmisión de estos registros.



¿Qué es una Estación meteorológica automática?

Es un sistema que mediante diversos sensores capta los parámetros meteorológicos, siendo estas señales procesados por la estación en forma automática a través del empleo de electrónica de avanzada (microprocesadores), posteriormente, la información es transmitida a un usuario remoto. Los parámetros meteorológicos que generalmente miden estos sistema, entre otros, son: temperatura y humedad del aire, presión atmosférica, precipitación, radiación solar, velocidad y dirección del viento. Las ventajas de estos sistemas es que pueden ser instalados en



lugares aislados sin tener necesidad de contar con personal para que realice las observaciones, además, poseen habitualmente paneles solares y baterías de respaldo lo que posibilita largos periodos de funcionamiento sin atención permanente. Se cuenta con un software que expresa un lenguaje estandarizado, y que en el caso de la estación meteorológica de Chacalluta, tiene sensores instalados en los extremos de la pista.

La estación automática envía los datos al satélite y éste a su vez reenvía la información a la antena satelital localizada en la oficina principal del SENAMHI. Los datos son recibidos en intervalos definidos de tiempo que luego pasan a ser procesados y analizados.

Estas estaciones pueden ser meteorológicas, hidrológicas u oceanográficas. La diferencia reside en la captura de distintos parámetros climáticos (precipitación, temperatura, etc). Además, algunas tienen ubicaciones específicas como las hidrográficas (ríos y lagos) y las oceanográficas (al borde del mar).

En cada estación se incluye un programa de software de fácil utilización para ordenadores tipo PC. Este programa se basa en Windows e incluye la selección del tipo de sensor, rango de medida, frecuencia de lectura y formato de los datos de salida. El mismo programa se utiliza para leer los datos almacenados en la estación que pasan a una hoja de cálculo o bases de datos o formato ASCII.

¿Cuáles son las condiciones especiales que debe tener una estación meteorológica para su emplazamiento?

En un lugar relativamente abierto, como un jardín lejos de árboles y edificios. Este lugar debe ser representativo de una vasta zona, o sea si se habla del norte de Chile, esta estación debe estar ubicada en una zona árida, semidesierta, y en condiciones normales de humedad y temperatura de la zona.

¿Qué tipos de diagramas se usan en la estación meteorológica?

En la estación meteorológica del aeropuerto de Chacalluta, los diagramas usados son tres, el diagrama del Heliógrafo, el del Barómetro, y el del Hidrotermógrafo, también el diagrama del actinógrafo pero este no se encontraba en uso, por reparaciones.

¿Qué tipos de formularios para recopilar antecedentes se usan la estación meteorológica aeronáutica?

Se usan los formularios estándar de METAR (Meteorología Aeronáutica)

- Sinóptico 00024
- Fomet 00029

¿Qué observaciones se realizan y en que momento del día?

Se realizan dos tipos de observaciones, según la intención de esta, una es la observación aeronáutica y la otra la observación climatológica; La observación aeronáutica se realiza cada una hora y esta observación es anotada en los formularios sinópticos a las 0, 6, 12, 18 hrs UTC(*).

La observación climatológica se realiza cada 3 horas, y de la misma manera se anotan en los formularios, estas anotaciones son a las 1, 3, 9, 15, 21 hrs UTC(*).

***LA HORA U.T.C. – Tiempo Universal Coordinado.**

Por un antiguo observatorio situado en una ciudad de Inglaterra llamada Greenwich, cerca de Londres y a orillas del río Támesis, pasa el meridiano que se escogió para, a partir del mismo, medir las longitudes sobre la esfera terrestre. Porque, claro está, para poder decir: –Tantos grados longitud Este u Oeste, había que buscar un punto de partida, ¿verdad?. Este es el meridiano de Greenwich o primer meridiano.

Bien, pues, resulta que es también la hora del meridiano de Greenwich la que se tomó como centro para coordinar el horario internacional y, de ahí, las siglas UTC, las cuales no son más que las letras iniciales de tres palabras que forman una frase en inglés: UNIVERSAL TIME COORDINATED; **TIEMPO UNIVERSAL COORDINADA.**

Así, tenemos que esta coordinación es, simplemente, el ajuste de la hora local en cualquier punto de la Tierra, con la hora de Greenwich. Lógicamente las diferencias pueden ser en sentido de más y de menos, según el lugar en relación con el primer meridiano.

Y llegamos entonces a las operaciones aritméticas, que son siguientes: