

Importancia de la metrología en la medición de magnitudes meteorológicas

Dr. Enrique Martines López
Dirección de Termometría

Contenido

- Relación entre Metrología y Meteorología
- Observación de la tierra y su atmósfera
- Medición de las variables climatológicas esenciales
- Infraestructura Meteorológica Nacional
- Actividades del CENAM en materia de meteorología
- Retos
- Comentarios finales

Relación entre la Metrología y la Meteorología

Metrología \neq Meteorología

Ciencia de las mediciones
y sus aplicaciones

Ciencia que estudia el comportamiento de
la atmósfera y los fenómenos presentes en
ella (condiciones atmosféricas + clima).



Mediciones  Información  Comportamiento de la tierra y su
atmósfera

Acuerdo de colaboración entre el Buró Internacional de Pesas y Medidas y la Organización Mundial de Meteorología

Acuerdo

WMO el CIPM acordaron compartir datos relacionados con **la composición atmosférica y recursos hídrico obtenidos por la WMO para asegurar la trazabilidad de sus mediciones** al Sistema Internacional de Unidades (SI) mediante los procedimientos del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo para Patrones Nacionales de Medición ...

The cover of the report is dark blue with white text. It features the WMO logo at the top left and the BIPM logo at the top right. The title is 'Report on the WMO-BIPM workshop on Measurement Challenges for Global Observation Systems for Climate Change Monitoring Traceability, Stability and Uncertainty'. The dates and location are '30 March – 1 April 2010 WMO Headquarters Geneva, Switzerland'. At the bottom, there are small text references: 'IOM-Report No. 105 WMO/TD-No. 1557' and 'Rapport BIPM-2010/08'.

WMO

Report on the WMO-BIPM workshop on

Measurement Challenges
for Global Observation Systems
for Climate Change Monitoring

Traceability, Stability and Uncertainty

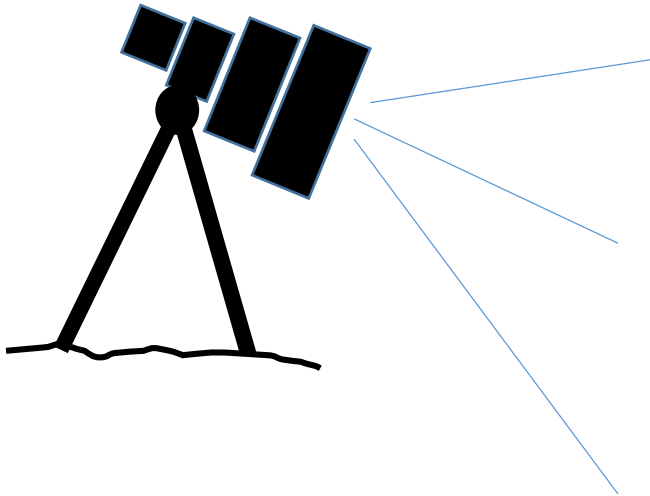
30 March – 1 April 2010
WMO Headquarters
Geneva, Switzerland

IOM-Report No. 105
WMO/TD-No. 1557

Rapport BIPM-2010/08

Observación de la tierra y su atmósfera

La observación de la tierra consiste en obtener información de los sistemas físicos, químicos y biológicos que la conforman, así como su evolución.

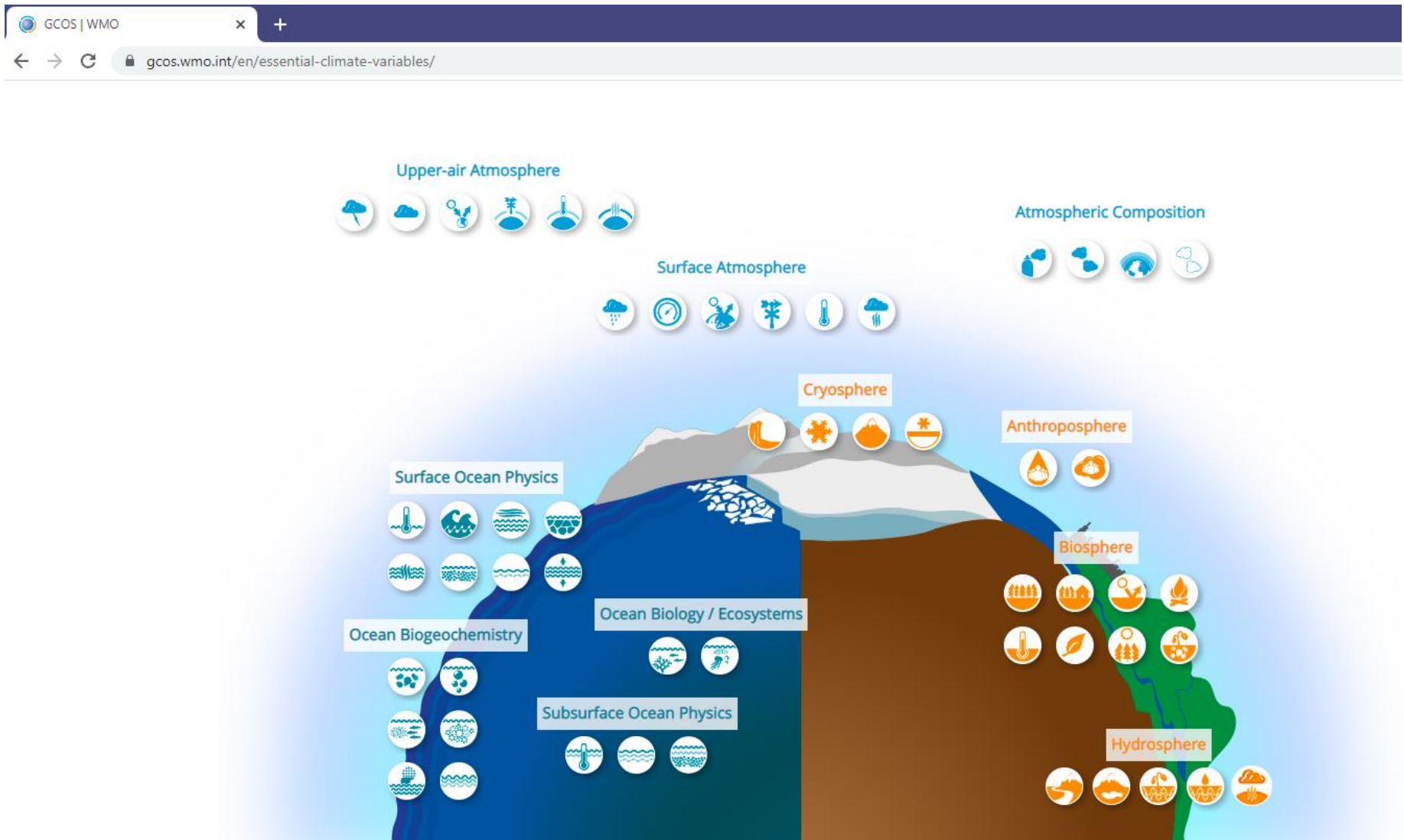


¿Por qué es importante la observación de la tierra y su atmósfera?

- Conservación de los ecosistemas
- Mejora en el aprovechamiento de los recursos naturales
- Protección al medio ambiente
- Prevención de desastres naturales
- Mejorar la producción agrícola
- Prevención de accidentes
- Pronóstico de condiciones atmosféricas
- Efectos en el cambio climático
- Efectos en la salud
- Mejora en las telecomunicaciones



La observación se realiza en el océano, tierra y atmósfera



La Organización Mundial de Meteorología identifica 54 **variables climáticas esenciales** que requieren medirse.

The image shows a screenshot of the WMO website page titled "Essential Climate Variables". The page is organized into three main columns: Atmosphere, Land, and Ocean. Each column contains several sub-sections with lists of variables. The Atmosphere column includes Surface, Upper-air, and Atmospheric Composition. The Land column includes Hydrosphere, Cryosphere, Biosphere, and Anthroposphere. The Ocean column includes Physical, Biogeochemical, and Biological/ecosystems. Each variable is listed with a blue link icon.

GCOS | WMO
gcos.wmo.int/en/essential-climate-variables/table

Essential Climate Variables

[For graphical version click here](#)
[What are Essential Climate Variables \(ECVs\)?](#)

Atmosphere

Surface

- [Precipitation](#)
- [Pressure](#)
- [Radiation budget](#)
- [Temperature](#)
- [Water vapour](#)
- [Wind speed and direction](#)

Upper-air

- [Earth radiation budget](#)
- [Lightning](#)
- [Temperature](#)
- [Water vapor](#)
- [Wind speed and direction](#)

Atmospheric Composition

- [Aerosols](#)
- [Carbon dioxide, methane and other greenhouse gases](#)
- [Clouds](#)
- [Ozone](#)
- [Precursors for aerosols and ozone](#)

Land

Hydrosphere

- [Groundwater](#)
- [Lakes](#)
- [River discharge](#)

Cryosphere

- [Glaciers](#)
- [Ice sheets and ice shelves](#)
- [Permafrost](#)
- [Snow](#)

Biosphere

- [Above-ground biomass](#)
- [Albedo](#)
- [Evaporation from land](#)
- [Fire](#)
- [Fraction of absorbed photosynthetically active radiation \(FAPAR\)](#)
- [Land cover](#)
- [Land surface temperature](#)
- [Leaf area index](#)
- [Soil carbon](#)
- [Soil moisture](#)

Anthroposphere

- [Anthropogenic Greenhouse gas fluxes](#)
- [Anthropogenic water use](#)

Ocean

Physical

- [Ocean surface heat flux](#)
- [Sea ice](#)
- [Sea level](#)
- [Sea state](#)
- [Sea surface currents](#)
- [Sea surface salinity](#)
- [Sea surface stress](#)
- [Sea surface temperature](#)
- [Subsurface currents](#)
- [Subsurface salinity](#)
- [Subsurface temperature](#)

Biogeochemical

- [Inorganic carbon](#)
- [Nitrous oxide](#)
- [Nutrients](#)
- [Ocean colour](#)
- [Oxygen](#)
- [Transient tracers](#)

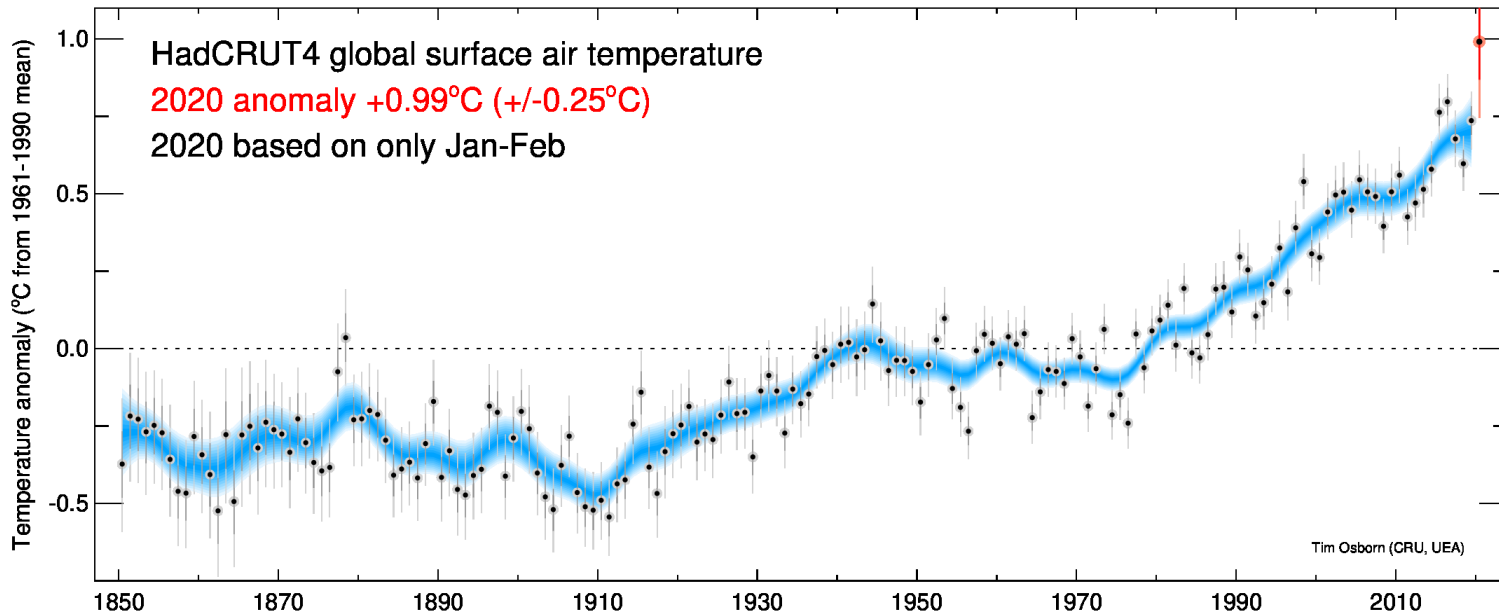
Biological/ecosystems

- [Marine habitats](#)
- [Plankton](#)

<https://gcos.wmo.int/en/essential-climate-variables/ocean-heat>



Temperatura Superficial de la Tierra



Incertidumbre requerida de la medición: 0.1 K



Vapor de agua en la superficie de la tierra

- Afecta el confort y la salud de los seres humanos, de los animales y de la vida silvestre, así como la aparición de enfermedades en plantas.
- Afecta la evaporación y la intensidad de los ciclos hidrológicos y energéticos.
- La evaporación de la superficie de la tierra es la fuente de agua en la atmósfera y es responsable de importantes intercambios en el sistema climático debido a las nubes y radiación.



*Incertidumbre requerida de la medición:

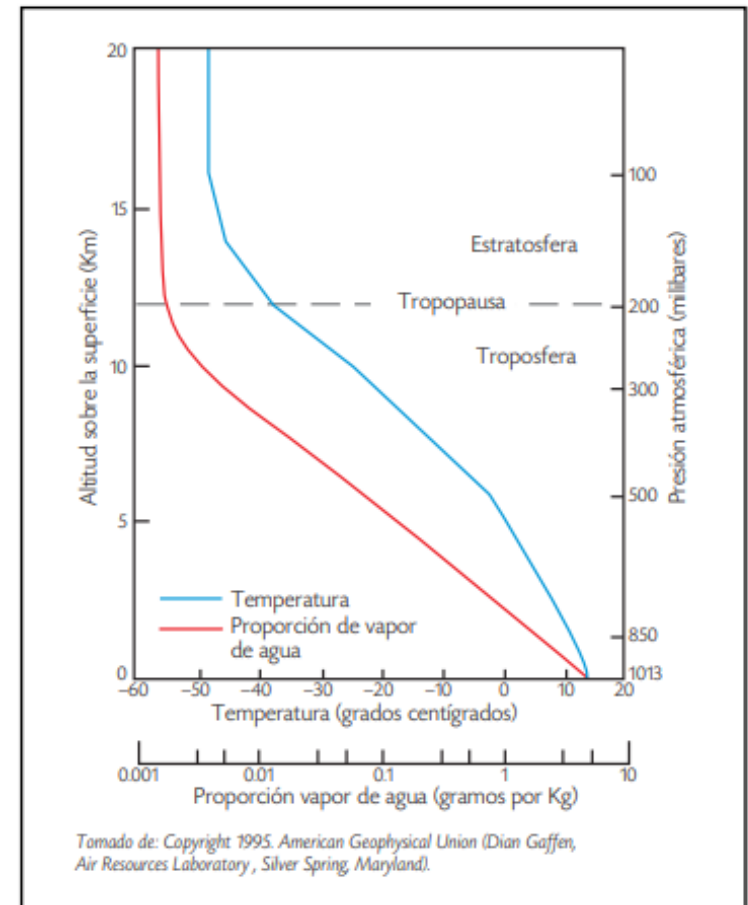
1 % en humedad relativa

0.1 K en temperatura de punto de rocío/escarcha

[*https://gcos.wmo.int/en/essential-climate-variables/surface-vapour](https://gcos.wmo.int/en/essential-climate-variables/surface-vapour)

Métodos de medición de la humedad en el suelo y la atmósfera

- Técnica de radiofrecuencias (Reflectometría en el dominio del tiempo-TDR)
- Estaciones meteorológicas (higrómetros capacitivos o resistivos, psicrómetros)
- Espectroscopía Raman (Raman Lidar)
- Espectrómetros de Transformada de Fourier
- Receptores GPS
- Radiosondas
- Medidores de punto de rocío o escarcha



Medición de las variables climáticas esenciales

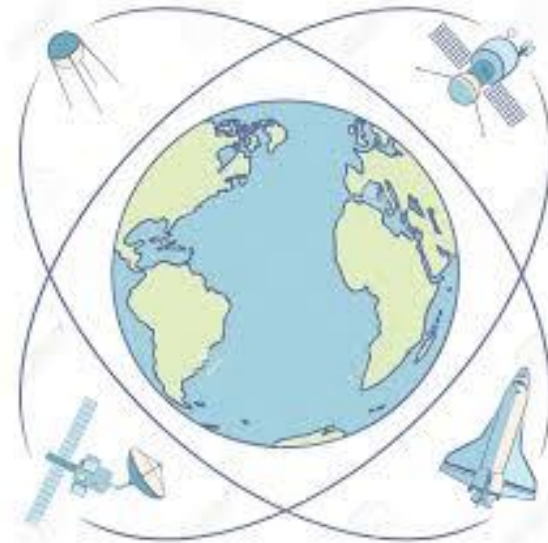
La medición de las variables climáticas esenciales se miden continuamente con una multitud de sensores, los cuales se colocan en satélites, radiosondas de balón, aviones, dispositivos de mar profundo, boyas y estaciones meteorológicas terrestres.

¡¡Todas las variables climáticas operan en diferentes ambientes y son afectados por diferentes factores de influencia!!



THE GLOBAL OBSERVING SYSTEM FOR CLIMATE:
IMPLEMENTATION NEEDS-GCOS-200 (GOOS-214)

https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=3417



¿Mediciones trazables y confiables?

Infraestructura Meteorológica Nacional

Sistema Meteorológico Nacional
(CONAGUA/SEMARNAT)

Instituto Nacional de
Investigaciones
Agrícolas y Pecuarias
(SADER)



Secretaría de
Comunicaciones y
transportes (Agencia
Espacial Mexicana)

Secretaria de
Marina

Iniciativa privada

*Distribución de estaciones meteorológicas automáticas: SMN (2014-2017)

*Imagen tomada de <https://smn.conagua.gob.mx/es/estaciones-meteorologicas-automaticas>

- ¿Los instrumentos de medición están calibrados?
- ¿Sus mediciones son confiables?
- ¿Se encuentran en buen estado?
- ¿Son suficientes?
- ¿Toman en cuenta la incertidumbre en los análisis?

Actividades del CENAM en materia de meteorología



SMN

Regional Fund Quality Infrastructure for Biodiversity & Climate Protection in Latin America and the Caribbean

DURACIÓN

2018 - 2020

Participantes

INTI	SMN
INMETRO	INPE
LACOMET	IMN
CIM	MARN
CENAM	IMTA
CENAMEP	ETESA
INACAL	SENAMHI
LATU	INUMET



OBJETIVOS

El proyecto regional se enfoca en asegurar datos confiables de las variables meteorológicas y climatológicas, basándose en mediciones comparables trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI) e incluyendo las evaluaciones de incertidumbre. Se tiene por objetivo asegurar la calidad de los datos de medida en el campo de biodiversidad y cambio climático con la finalidad que las partes interesadas y responsables de la toma de decisiones dispongan de una base confiable para establecer políticas efectivas, el entendimiento de los procesos y pronósticos útiles. Este proyecto regional contribuye a incrementar la confianza en los resultados de las mediciones aplicadas a la meteorología y las ciencias de la climatología. Además, establece procedimientos que incrementan la calidad metrológica de los datos, que incluyen proporcionar información a los usuarios con relación a trazabilidad e incertidumbre de los datos utilizados.

Calibración de Estación Meteorológica Automática en cámara de humedad y temperatura

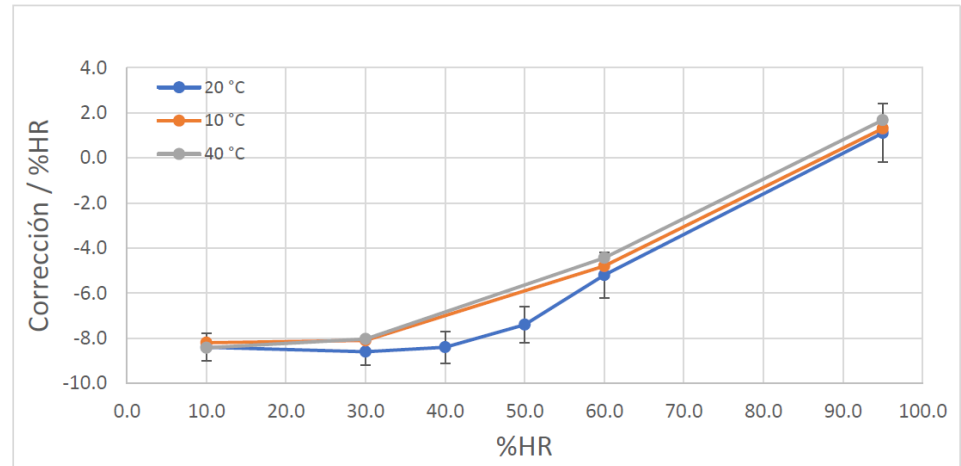


Figura 1. Resultados de calibración de estación meteorológica a diferentes valores de temperatura.

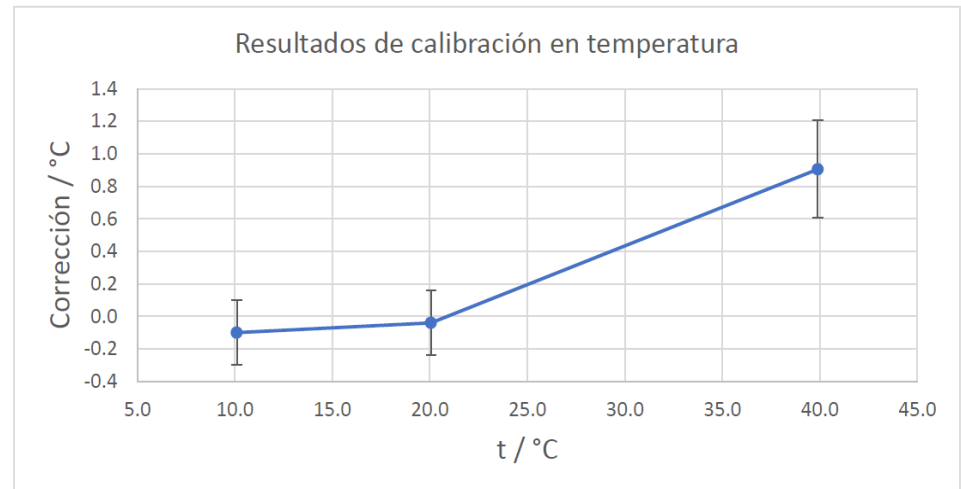
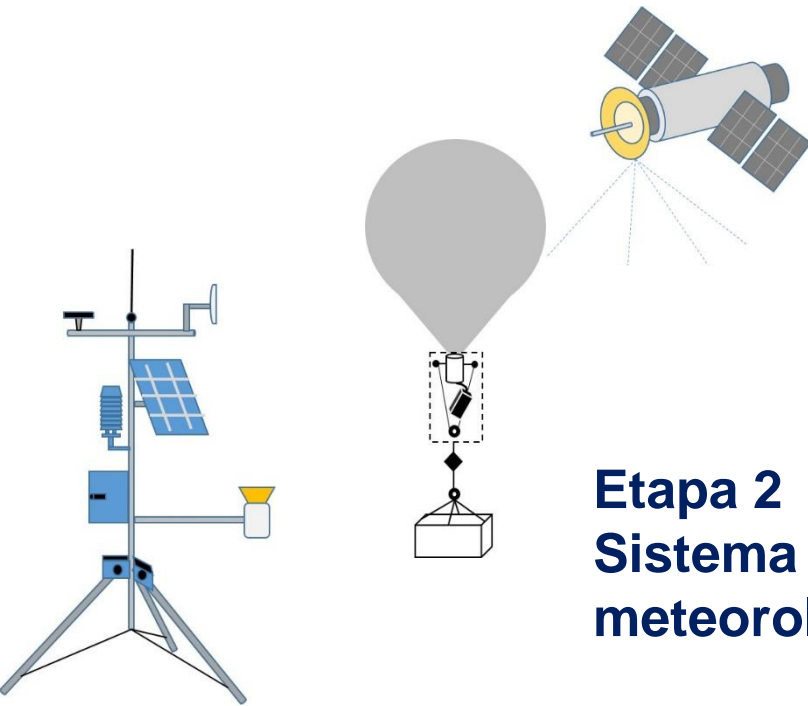


Figura 2. Resultados de calibración en temperatura de la estación meteorológica DualBase

PROGRAMA DEL CENAM

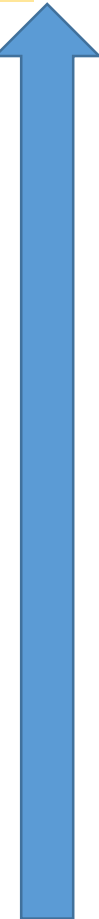
Desarrollo de infraestructura metrológica para el aseguramiento de la confiabilidad de las mediciones de magnitudes meteorológicas en México



Etapa 1
Sistema de calibración de estaciones meteorológicas automáticas

Etapa 2
Sistema de calibración de sondas meteorológicas

Etapa 3
Sistema de calibración para instrumentos meteorológicos satelitales (incluye microsátélites y nanosatélites).



Retos

- Mediciones de las Variables Climáticas Esenciales: Confiables y trazables
- Instrumentos de diferentes tipos y diferentes niveles de exactitud
- Considerar que los instrumentos se usan en condiciones extremas
- Mensurando incompletos: no toman en cuenta factores de influencia que afectan el resultado de las mediciones
- Instrumentos: Condiciones de uso \neq Condiciones de calibración

Se requiere:

- Desarrollar patrones multivariantes
- Desarrollar sistemas para calibración de laboratorio y en sitio
- Investigación para identificar y cuantificar factores de influencia que convencionalmente no se toman en cuenta: gemelos digitales
- Investigación y desarrollo tecnológico en el área de sensores

Comentarios finales

- La metrología sirve de soporte a las actividades de meteorología.
- Se requiere realizar esfuerzos para dar mayor confiabilidad a las mediciones de variables meteorológicas en México.
- El CENAM cuenta con un plan para atender las meteorológicas del país en materia de mediciones.
- Las acciones que conllevan el plan, implican afrontar importantes retos metrológicos que requieren de recursos humanos y de infraestructura.

¡¡ Muchas gracias por su atención!!

Información de contacto

Dr. Enrique Martines López

Correo electrónico: emartine@cenam.mx

Dr. Daniel Cárdenas García

Correo electrónico: dcardena@cenam.mx