



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
"ARAGÓN"

"MANEJO Y OPERACIÓN DEL DIGICORA III  
PARA LAS CAMPAÑAS DE RADIOSONDEO  
EN EL CAMPO"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
(ÁREA: INDUSTRIAL)

P R E S E N T A:

GRISELDA SUAREZ PEREZ

ASESOR: ING. FEDERIQUE JÁUREGUI RENAUD



FES Aragón

SAN JUAN DE ARÁGON, ESTADO DE MÉXICO,

2007



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

» A Dios por permitirme llegar en este momento en vida, realizar mis sueños y poderlos compartir con los seres mas queridos de mis vida. TE AMO

» A mi Madre JOVITA PEREZ GUERRERO por el apoyo incondicional que a hecho alrededor de toda mi vida, y gracias, a lo que he aprendido de ti, soy esta persona en este momento. Sin ti este trabajo no se hubiera logrado por lo tanto tuyo como mió. TE AMO MAMÁ

» A mi Mamá Sabina Pérez Guerrero, mi Tía Juana Pérez Guerrero por su apoyo absoluto hacia mi familia especialmente a mi madre.

» A mis hermanos Ismael, Carlos, Verónica Elizabeth y Luís Enrique (Flaquito), porque cada uno de ustedes apporto algo para mi formación personal.

» A mis sobrinas Sofía y Sara Lorien por su sincero cariño.

» A mis amigos Rosario Martínez Corona, Maritza Rodríguez Alvarado, Claudia Varela Enríquez, Carlos Trejo Guevara, Emmanuel Ramírez Abrego, Miguel Ángel del Ángel García, Alberto Higuera García, Allain Pérez Salazar, Diana Galindo Santillán y mis nuevos amigos los DAESITOS, a todos ustedes por su cariño incondicional

» A Universidad Nacional Autónoma De México por darme la oportunidad de formar parte de sus escuelas. Y así adquirir el conocimiento de excelentes profesores tanto a nivel Preparatoria como a nivel Licenciatura.

» Al Ing. Roberto Cortes Buenrostro y Federique Jáuregui Renaud Por el esfuerzo y la dedicación en la elaboración de esta tesis, a ambos les agradezco sinceramente por sus comentarios, aportaciones y sus conocimientos necesarios para mi formación. Y sobre todo por su paciencia,

» A mi Jefe Lic. Oscar Alonso Ojeda Silva por su apoyo en los permisos adquiridos para tramitar esta tesis.

---

MANEJO Y OPERACIÓN DEL DIGICORA III PARA LAS CAMPAÑAS DE  
RADIOSONDEO EN EL CAMPO

• OBJETIVO	1
• JUSTIFICACIÓN	2
• INTRODUCCIÓN.	4
• ANTECEDENTES HISTORICOS.	7
1. CONCEPTOS TEORICOS.	13
1.1 ¿Qué es la Meteorología?	13
1.2 Las Variables Meteorológicas y el Medio Ambiente.	17
1.3 La Temperatura.	18
1.3.1 Los Procesos Físicos en los que se basa la medida de la temperatura.	19
1.3.2 Escalas Termométricas.	20
1.3.3 Medición de la Temperatura Mínima de la Hierba y de la temperatura del suelo.	23
1.3.4 Tiempo de Respuesta de los Termómetros.	25
1.3.5 Termómetro de Máxima.	25
1.3.6 Termómetro de Mínima.	26
1.3.7 Termómetros para la Temperatura del Suelo.	27
1.3.8 Lectura de los Termómetros.	28
1.4 La presión Atmosférica.	29
1.4.1 Barómetros de Mercurio.	31
1.4.2 Fuentes de Error de los Barómetros de Mercurio.	32
1.4.3 Barómetros Aneroides.	33
1.4.4 Otras Técnicas Barométricas.	35
1.5 El Viento.	36
1.6 Descripción de un Radiosondeo.	40
2. UTILIDAD E IMPORTANCIA DEL RADIOSONDEO.	43
2.1 Historia de la contaminación del Aire y el Estudio sobre sus efectos en la Salud Humana.	43
2.1.1 Episodios.	43

2.1.2 Accidentes.	45
2.2 Principales Causas de Contaminación del aire.	46
2.3 ¿Cómo Afecta a Nuestra Salud la Contaminación?	47
2.4 Contaminación Primaria y Secundaria.	48
2.4.1 Vehículos.	50
2.4.2 Centrales Térmicas e Industriales.	50
2.4.3 Contaminación Interior.	50
3. DESCRIPCION GENERAL DE UN DIGICORA III.	53
3.1 DigiCORA III MW21	54
3.1.1Mínimos Requerimientos para Hardware.	54
3.1.2 Mínimos Requerimientos del Software.	55
3.1.3 Telemetría.	56
3.1.4 Dimensión del PTU	56
3.1.5 Vientos GPS	56
3.1.6 Vientos Loran – C	56
3.1.7 Requisitos del medio Ambiente.	56
3.2 Antena UHF	58
3.2.1 Receptor de la Radiosonda UHF	58
3.2.2 Funciones del Receptor.	58
3.3 Funciones PTU	59
3.4 Localización de Vientos por GPS.	59
3.4.1 Antena GPS	59
3.4.2 Determinación de la Velocidad del Viento por GPS.	60
3.5 Ground Check (GC)	61
3.6 Radiosondas.	62
3.6.1 Radiosondas RS – 80	62
3.7 El Computo del viento se hace en el Equipo de Tierra	66
3.8 Construidas para la Automatización.	66
3.9 Consecuencias para el Medio Ambiente y Seguridad.	67
3.10 Radiosondas RS – 90	67
3.11 La Radiosonda de nuevo Diseño.	68
3.11.1 Sensores Optimizados y Electrónicos.	68

---

3.12 Sensores Más Rápidos con un Índice de Prueba de un Segundo.	69
3.12.1 Resolución Vertical Mejorada.	69
3.13 Una Radiosonda Ecológica.	69
3.13.1 Uso de Materiales Ambientales Degradables.	69
3.13.2 Sensor de Temperatura Rápido F - THERMOCAP.	69
3.13.3 Sensor de la Humedad H – HUMICAP Descongelado por si mismo.	70
3.13.4 Sensor de la Presión de Siicon Micro – Machined Barocap.	70
3.14 Radiosonda RS 90 – A Para la Medición de PTU	70
4. PROCEDIMIENTOS DE MANEJO DEL DIGICORA III	72
4.1 Procedimientos para la Configuración de la estación Meteorológica de superficie “MAWS” VAISALA,	72
4.2 Procedimientos para La Configuración del Software DigiCORA III	75
4.3 Procedimientos para la Operación del equipo de radiosondeo “digiCORA III”	76
4.4 Procedimientos para Cambiar el formato de los archivos de Datos Generados por el digiCORA III a Formato ASCII.	80
4.5 Procedimientos para la Transferencia y Respaldo de Información en “CD”	81
4.6 Diagrama de Conexiones del digiCORA III y la estación Meteorológica de Superficie “MAWS” VAISALA.	85
4.7 Check List.	86
4.8 Hoja Anexa de Conexiones digiCORA III.	88
4.9 Procedimientos para el Llenado de Globos con Sonda Meteorológica,	88
4.10 Procedimientos para la Sujeción de la Sonda al globo y su Lanzamiento.	90
4.11 Instrucciones de seguridad para Operadores de la Radiosonda.	90

4.12 Formato de Llenado de Globo, Sujeción de sonda y su Lanzamiento.	92
5. PROCEDIMIENTOS ESTABLECIDOS DE UNA CAMPAÑAS DE RADIOSONDEO.	93
5.1 Proceso o Metodología Desarrollada para Proporcionar los Servicios de Radiosondeo.	93
5.1.1 Solicitud de servicio de una Campaña de Radiosondeo.	93
5.1.2 Actualización, Trámite y Seguimiento del Convenio entre IMP y la UNAM.	95
5.1.3 Comunicación con los responsables de los sitios y Trámite de los permisos correspondientes.	96
5.1.4 Análisis de los sitios elegidos para Monitorear.	97
5.2 Formato de Operación Segura.	98
5.3 Capacitación para el manejo del digiCORA III a los nuevos Estudiantes.	107
5.3.1 Desarrollar Procedimientos y el Centro de Comunicación para la Campaña.	108
5.3.2 Asignación del Personal en cada sitio de Monitoreo Y sus Responsabilidades.	108
5.3.3 Plan e Seguridad.	108
5.3.4 Control de Equipo y Materiales.	108
5.3.5 Condiciones Técnicas Requeridas.	109
5.4 Experiencia de un Radiosondeo en Campo.	109
• CONCLUSIONES	131
• RECOMENDACIONES	133
• BIBLIOGRAFIA	135



## **OBJETIVO**

El objetivo de esta tesis es dar a conocer uno de los servicios que proporciona el Laboratorio de Calibración perteneciente al Instituto Mexicano del Petróleo (IMP), como parte fundamental e importante de los esfuerzos que se desarrollan en esta institución, relacionados a los programas de investigación en favor del impacto al medio ambiente en nuestro país ocasionado por la emisión de contaminantes a la atmósfera como resultado de los diferentes procesos industriales, principalmente petroquímicos, siendo el propósito de este servicio de aportar la información meteorológica necesaria y medida en la vertical hasta una altura de 30,000 mts, esto para complementar la información requerida en los diferentes modelos de dispersión de contaminantes empleados por los investigadores para conocer la forma en que se dispersan los contaminantes en una determinada región y de esta forma determinar las áreas de impacto ambiental en zonas determinadas, al mismo tiempo se pretende dar a conocer las posibles aplicaciones, usos y capacidades de lo que es el Radiosondeo mediante la operación de los equipos denominados DigiCORA III MW21 diseñados y construidos por Vaisala para este fin, este sofisticado equipo permite medir variables meteorológicas en la vertical mediante el lanzamiento de sondas dotadas de sensores; Así mismo, se presentaran en esta tesis algunas características generales de este equipo y finalmente se proporcionara información de una de las campañas de radiosondeo efectuada en campo para Comisión Federal de Electricidad (CFE) en la zona de Petacalco Guerrero describiendo los pasos seguidos como una muestra de las tareas que se deben realizar en los procesos de radiosondeo para contar con información meteorológica requerida, la cual permite apoyar los estudios de la dispersión de los contaminantes en una región determinada para conocer el impacto al medio ambiente.

## **JUSTIFICACIÓN**

Ante la creciente necesidad de conocer los índices de contaminación en determinadas regiones en nuestro país principalmente industriales - habitacionales y con el propósito de evaluar el impacto al medio ambiente que provocan las múltiples fuentes emisoras de contaminantes en nuestras ciudades, entre los que se encuentran principalmente los vehículos y la industria en general, se visualiza una actividad de gran interés la cual corresponde a lo que es llamado como radiosondeo que constituye una actividad de gran utilidad en la medición de las variables meteorológicas (principalmente presión, temperatura, humedad, dirección y velocidad de viento) que son utilizadas como complemento indispensable en la información para los trabajos que se realizan con diversos modelos de dispersión de contaminantes y con el propósito de conocer los niveles del impacto al medio ambiente en una región determinada.

La importancia del radiosondeo radica en el hecho de que todos los gases y partículas emitidas a la atmósfera quedan sujetos irremediablemente al comportamiento de las variables meteorológicas antes mencionadas que tradicionalmente se han venido estudiando con la información proveniente de estaciones meteorológicas de superficie o fijas lo cual resultaba insuficiente para efectuar estos estudios, al surgir al mercado la más reciente tecnología para medir las variables meteorológicas en la vertical que nos permite efectuar mediciones hasta los 30,000 mts. de altura, estos equipos representan un gran interés, este equipo cuenta con un componente llamado radiosonda el cual permite mediante la comunicación con sistemas satelitales manejar las mediciones mediante señales, las cuales son enviadas al radiorreceptor para ser procesadas mediante un software y de esta manera obtener información meteorológica de gran calidad en forma de datos convencionales, por esta razón surge el interés por toda la información relacionada sobre esta tecnología y sus alcances en esta compleja actividad en pro del medio ambiente el mediante el radiosondeo y de los trabajos de

investigación que se efectúan con este tipo de información por algunas instituciones en nuestro país como son: UNAM, IMP y la RAMA.

## **INTRODUCCION**

En las últimas décadas se ha hecho notoria la preocupación de la sociedad por los problemas ambientales reflejados estos por las actuales reglamentaciones en materia ambiental, como la contaminación del aire, agua y suelos. Ante esta situación, varias disciplinas han evolucionado hacia el estudio de los riesgos, la vulnerabilidad y la fragilidad de los ecosistemas, haciendo hincapié en los procesos de degradación originados por la actividad antrópica.

Las industrias internacionales y competitivas exigen a sus proveedores cada vez más los sistemas de calidad, de la normatividad correspondiente para la adquisición de un producto o servicio. La normatividad implica ofrecer al mercado productos elaborados ecológicamente y que no perjudiquen el ambiente.

La sensibilización de la industria para implementar mecanismos y acciones que conduzcan a generar menos contaminantes es actualmente una realidad. Además con la creación de normas ambientales más estrictas se prevé el surgimiento de tecnologías más precisas para monitorear y controlar los contaminantes en los diversos medios como aire, agua y suelo.

Como respuesta a lo antes mencionado, se desarrollan sistemas inteligentes para disminuir y controlar las emisiones contaminantes. Estos sistemas son indispensables y tienen varias aplicaciones, ya que mediante sistemas remotos y telemetría se pueden detectar y monitorear con mayor precisión y rapidez emisiones de contaminantes, sustancias tóxicas, fugas en ductos o fallas en la operación de los equipos.

En años recientes se ha incrementado la normatividad en materia de riesgo e impacto ambiental, por lo que uno de los retos de la industria vistos hacia el futuro es elaborar y transportar sus productos de una forma eficiente y segura, para proveer un equilibrio armónico con el medio ambiente.

Además la necesidad de entender los mecanismos de propagación de contaminantes en estos medios es de vital importancia para determinar el grado y área de afectación. Para ello, es necesario desarrollar modelos de impacto acordes con las condiciones locales y regionales, implementándoles el análisis especial para convertirlos en una herramienta de gran utilidad.

Ante la constante necesidad de conocer los índices de contaminación y el impacto al medio ambiente que provocan las múltiples fuentes emisoras, como ya se dijo anteriormente se cuenta actualmente con una herramienta de reciente creación como es el caso de la tecnología empleada en medición de las variables meteorológicas medidas en la vertical, la información producida en este equipo es empleada para respaldar los modelos de dispersión de contaminantes atmosféricos en áreas específicas; esta practica se logra mediante el llamado Radiosondeo para obtener mediciones de las variables meteorológicas que condicionan la transportación de los contaminantes, los cuales están ligados al comportamiento de estas variables; esto es debido a la intensidad del trabajo industrial, por esta razón los trabajos de Radiosondeo se deben realizar con mayor frecuencia y con mayor precisión, por otra parte, si las campañas de radiosondeo son más prolongadas la información será más abundante y precisa; lo cual se podrá respaldar la información utilizada en los modelos de dispersión de contaminantes para un mejor conocimiento de esta problemática del impacto ambiental y encaminada a proponer soluciones alternativas lo que redundará en una mayor calidad y confiabilidad en este tipo de trabajo, a pesar de el alto costo que tiene el uso de los materiales para esta actividad.

Por esta razón se considera que es de suma importancia contar con un conocimiento claro e integral del funcionamiento de los Sistema de Radiosondeo entre los que figura principalmente el DigiCORA III MW21 de la compañía VAISALA utilizado en el Laboratorio de Calibración perteneciente al Instituto Mexicano del Petróleo, que permite realizar mediciones de temperatura, presión, humedad, dirección y velocidad de viento en la vertical.

La problemática antes planteada surge como resultado de un análisis cuidadoso en el Laboratorio de Calibración perteneciente al Instituto Mexicano del Petróleo, en el cual se realizan este tipo de trabajos por lo que pueden ser mejorados sustancialmente este tipo de actividades relacionado a esta tecnología.



## **ANTECEDENTES HISTORICOS**

Los estudiosos de la antigua Grecia mostraban gran interés por la atmósfera. También en el año 400 a.c. Aristóteles escribió un tratado llamado Meteorológica, donde abordaba el "estudio de los fenómenos estudiados en las elevaciones"; un tercio de este tratado está dedicado a los fenómenos atmosféricos y el término meteorología deriva de su título. A lo largo de la historia, gran parte de los progresos realizados en el descubrimiento de leyes físicas y químicas se vio estimulado por la curiosidad que despertaban los fenómenos atmosféricos.

La predicción del tiempo ha desafiado al hombre desde los tiempos más remotos, y buena parte de la sabiduría acerca del mundo exhibida por los diferentes pueblos, se ha identificado con la previsión del tiempo y los almanaques climatológicos. No obstante, no se avanzó gran cosa en este campo hasta el siglo XIX, cuando el desarrollo en los campos de la termodinámica y la aerodinámica suministraron una base teórica a la meteorología. Las mediciones exactas de las condiciones atmosféricas son también de la mayor importancia en el terreno de la meteorología, y los adelantos científicos se han visto potenciados por la invención de instrumentos apropiados de observación y por la organización de redes de observatorios meteorológicos para recoger datos. Los registros meteorológicos de localidades individuales se iniciaron en el siglo XIV, pero no se realizaron observaciones sistemáticas sobre áreas extensas hasta el siglo XVII. La lentitud de las comunicaciones también dificultaba el desarrollo de la predicción meteorológica, y sólo tras la invención del telégrafo a mediados del siglo XIX se hizo posible transmitir a un control central los datos correspondientes a todo un país para correlacionarlos a fin de hacer una predicción del clima.

Uno de los hitos más significativos en el desarrollo de la ciencia moderna de la meteorología se produjo en tiempos de la I Guerra Mundial, cuando un grupo de meteorólogos noruegos encabezado por Vilhelm Bjerknes realizó estudios



intensivos sobre la naturaleza de los frentes y descubrió que la interacción entre masas de aire genera los ciclones, tormentas típicas del hemisferio norte. Los posteriores trabajos en el campo de la meteorología se vieron auxiliados por la invención de aparatos como el rawinsonde o radiosonda, descritos más adelante, que hizo posible la investigación de las condiciones atmosféricas a altitudes muy elevadas. Después de la I Guerra Mundial, un matemático británico, Lewis Fry Richardson, realizó el primer intento significativo de obtener soluciones numéricas a las ecuaciones matemáticas para predecir elementos meteorológicos. Aunque sus intentos no tuvieron éxito en su época, contribuyeron a un progreso explosivo en la predicción meteorológica numérica de nuestros días.

La mejora en las observaciones de los vientos a gran altitud durante y después de la II Guerra Mundial suministró la base para la elaboración de nuevas teorías sobre la predicción del tiempo y reveló la necesidad de cambiar viejos conceptos generales sobre la circulación atmosférica. Durante este periodo las principales contribuciones a la ciencia meteorológica son del meteorólogo de origen sueco Carl-Gustav Rossby y sus colaboradores de Estados Unidos. Descubrieron la llamada corriente en chorro, una corriente de aire de alta velocidad que rodea el planeta a gran altitud. En 1950, gracias a las primeras computadoras, fue posible aplicar las teorías fundamentales de la termodinámica y la hidrodinámica al problema de la predicción climatológica, y en nuestros días las grandes computadoras sirven para generar previsiones en beneficio de la agricultura, la industria y los ciudadanos en general.

Las observaciones hechas a nivel del suelo son más numerosas que las realizadas en altitudes superiores. Incluyen la medición de la presión atmosférica, la temperatura, la humedad, la dirección y velocidad del viento, la cantidad y altura de las nubes, la visibilidad y las precipitaciones (la cantidad de lluvia o nieve que haya caído).

Para la medición de la presión atmosférica se ha utilizado el barómetro de mercurio. Los barómetros aneroides, aunque menos precisos, son también útiles, en especial a bordo de los barcos cuando estos se usan junto con un mecanismo de registro llamado barógrafo para registrar las tendencias barométricas a lo largo de un cierto periodo de tiempo. Todas las lecturas barométricas empleadas en los trabajos meteorológicos se corrigen para compensar las variaciones debidas a la temperatura y la altitud de cada estación, con el fin de que las lecturas obtenidas en distintos lugares sean directamente comparables.

Para la observación de la temperatura se han empleado diferentes tipos de termómetros. En la mayor parte de los casos, un termómetro normal que abarque un rango habitual de temperaturas es más que suficiente. Es importante situarlo de modo que queden minimizados los efectos de los rayos solares durante el día y la pérdida de calor por radiación durante la noche, para obtener así valores representativos de la temperatura del aire en la zona a medir.

El instrumento que se ha utilizado más a menudo en los observatorios meteorológicos es el higrómetro. Un tipo especial de higrómetro, conocido como psicrómetro, consiste en dos termómetros: uno mide la temperatura con el bulbo seco y el otro con el bulbo húmedo. Un dispositivo más reciente para medir la humedad se basa en el hecho de que ciertas sustancias experimentan cambios en su resistencia eléctrica en función de los cambios de humedad. Los instrumentos que hacen uso de este principio suelen usarse en el radiosonda o rawisonde, dispositivo empleado para el sondeo atmosférico a grandes altitudes.

Por otro lado el instrumento más utilizado para medir la dirección del viento ha sido la veleta común, que indica de dónde procede el viento y está conectada a un dial o a una serie de conmutadores electrónicos que encienden pequeñas bombillas (focos) en la estación de observación para indicarlo. La velocidad del

viento se mide por medio de un anemómetro, un instrumento que consiste en tres o cuatro semiesferas huecas montadas sobre un eje vertical. El anemómetro gira a mayor velocidad cuanto mayor sea la velocidad del viento, y se emplea algún tipo de dispositivo para contar el número de revoluciones y calcular así su velocidad.

Los recientes avances producidos en el campo de la electrónica han ido acompañados de un desarrollo sobre el uso de los instrumentos meteorológicos electrónicos. Uno de estos instrumentos es el radar meteorológico, que hace posible la detección de huracanes, tornados y otras tormentas fuertes a distancias de varios miles de kilómetros. Para tales fines, se usan las ondas de radar reflejadas por las precipitaciones asociadas con las alteraciones, que sirven para trazar su curso. Otros instrumentos meteorológicos electrónicos incluyen: el empleado para medir la altura de las nubes y el que se usa para medir el efecto total del humo, la niebla y otras limitaciones a la visibilidad. Ambos instrumentos suministran importantes mediciones para el despegue y aterrizaje de los aviones.

Los métodos modernos de predicción, así como las necesidades de la aviación, exigen que la medición cuantitativa del viento, la presión, la temperatura y la humedad se realicen en la atmósfera libre. Estos datos son recogidos hoy por observadores distribuidos en varios cientos de estaciones dispersas por todos los continentes (sobre todo en el hemisferio norte) y desde unos cuantos barcos dispersos por los océanos.

Para las mediciones rutinarias realizadas en las capas superiores de la atmósfera con propósitos ambientales y meteorológicos, los científicos han desarrollado el rawinsonde (radio-wind-sounding device) o radiosonda, que consiste en un instrumento meteorológico ligero capaz de medir la presión, la temperatura y la humedad equipado con un pequeño transmisor de radio de alta frecuencia. El instrumento se sujeta a un globo llenado con helio que lo lleva hasta la atmósfera superior. Las mediciones realizadas por los

instrumentos meteorológicos son transmitidas automáticamente y recibidas por una estación en tierra. Un radiodetector sigue la dirección del globo mientras éste es arrastrado por los vientos de las capas superiores de la atmósfera y, midiendo la posición del mismo en momentos sucesivos, se puede calcular la velocidad y dirección del viento a diferentes altitudes.

Uno de los nuevos métodos de mayor éxito para la observación general de la atmósfera ha sido el empleo de satélites artificiales. Los satélites que fotografían de forma automática la Tierra desde órbitas polares, suministran imágenes de los patrones nubosos y las tormentas, una vez al día, a cualquier estación meteorológica equipada para recibir sus transmisiones de radio. Casi todos los servicios meteorológicos importantes del mundo están equipados para recibir estas imágenes, y los países ribereños de los grandes océanos se benefician de la capacidad para mantener una vigilancia continua de las tormentas que amenazan a sus costas. Los sensores de infrarrojos permiten determinar la temperatura de la parte superior de las nubes, y de esta forma hacen posible estimar la altitud aproximada de los sistemas nubosos de la atmósfera. Otros satélites en órbita polar han demostrado que pueden obtenerse imágenes de alta resolución de los sistemas tormentosos durante la noche por medio de la luz infrarroja. Hoy se fotografían de modo continuo los patrones climáticos de más de la mitad de la Tierra desde satélites situados en órbitas geoestacionarias sobre puntos predeterminados del ecuador a una altitud de unos 35.400 kilómetros.

Por desgracia, los patrones fotográficos suministrados por los satélites tienen una utilidad limitada para los métodos modernos de predicción meteorológica, que se basan en el empleo de mediciones de la temperatura y la presión en el interior mismo de la atmósfera. Se están realizando grandes esfuerzos en la investigación de nuevos métodos para recoger datos sobre la atmósfera superior en todo el mundo.

Finalmente en la actualidad se cuenta con una tecnología moderna para la medición de variables meteorológicas en la vertical mediante radiosondeo motivo de esta tesis, dicha tecnología permite la medición de las variables meteorológicas mediante un sistema como ya fue señalado anteriormente y el cual se detallara con mayor precisión más adelante.

## 1. CONCEPTOS TEORICOS

Uno de los conceptos teóricos más importantes dentro del radiosondeo es sin duda la meteorología, para lo cual a continuación se presentan algunos de los conceptos teóricos más importantes de la meteorología.

### 1.1 ¿Qué es la Meteorología?

La Meteorología es la ciencia de la atmósfera. Su nombre procede de las palabras griegas *meteoros* (lo que se encuentra en el aire) y *logos* (tratado).

La Meteorología es una ciencia íntimamente vinculada con la Física, Química, Estadística, Geofísica y Oceanografía. Desde el punto de vista de las aplicaciones, presta ayuda a diversas ciencias y actividades como la Geografía, Agricultura, Ganadería, Industria, Servicios, Economía, Medicina, Marina, Aviación, Turismo y Seguros.

En su aspecto teórico se divide en:

*Meteorología física.* Comprende el estudio de los fenómenos físicos como radiación solar, irradiación terrestre, temperatura, presión, evaporación, condensación, nubosidad, precipitación y fenómenos acústicos, ópticos y eléctricos de la atmósfera

*Meteorología dinámica.* Estudia los movimientos de la atmósfera, comprendiendo la termodinámica del calor y la hidrodinámica de la humedad, ya que entre el calor, la humedad y los movimientos atmosféricos hay conexiones recíprocas de causa a efecto.

*Meteorología sinóptica.* Se apoya en el uso de mapas en los que se representan esquemáticamente las condiciones de presión barométrica, temperatura, viento, etc., de una extensa área en un momento determinado,

en que se analiza y pronostica el probable estado del tiempo en las horas o en los días venideros.

*Meteorología estadística.* Comprende el estudio estadístico de los elementos meteorológicos para obtener promedios, frecuencias y tendencias en que se fincan las bases de la Climatología.

A continuación se mencionarán algunas aplicaciones que se tienen para la Meteorología.

*Meteorología aeronáutica.* Estudia las condiciones del tiempo en la altura y la evolución que de el mismo pueda haber durante un vuelo, utilizando los datos que proporciona la Meteorología Sinóptica con el conocimiento de las condiciones medias de la atmósfera en las rutas por recorrer, además de una eficiente técnica en el intercambio sistemático de mensajes entre las aeronaves y los centros meteorológicos, así como de éstos entre sí.

En todos los países hay servicios meteorológicos, instalados en los aeropuertos, cuyo fin es facilitar a las tripulaciones de las aeronaves toda la información relativa a las condiciones meteorológicas reinantes o que se prevén en la trayectoria por recorrer. Intercambiar informes meteorológicos con otros servicios de predicción meteorológica nacionales o extranjeros.

*Aerología.* Se ocupa del estudio de las capas altas de la atmósfera para apoyo de vuelos estratosféricos.

*Hidrometeorología.* Es el estudio del agua, producto de la precipitación para satisfacer las demandas industriales, el abastecimiento a poblaciones, presas, riego, etc.

*Meteorología agrícola.* Se aplica en la selección de cultivos acordes a los diferentes tipos de climas, estudia la capa superficial del aire comprendida desde el suelo hasta los primeros metros de altura, o sea el espacio aéreo en

que viven las plantas, y la relación del tiempo atmosférico con las cosechas, inundaciones y plagas.

*Meteorología industrial.* Estudia las relaciones entre las condiciones atmosféricas y las actividades industriales. La temperatura y la humedad afectan la marcha de los motores, fabricación de tejidos y papeles, tareas de impresión, elaboración de productos químicos, etc. La obtención de energía del viento y del calor solar ya se inició y el futuro ofrece amplias perspectivas para su aprovechamiento.

*Meteorología legal.* Para determinar los seguros se aplica la ciencia atmosférica al estudio de los riesgos ocasionados por granizadas, heladas, inundaciones, huracanes, etc., que pueden sufrir la agricultura, la ganadería y las viviendas. Está vinculada con situaciones jurídicas, ya que un informe pericial del meteorólogo puede dar luz al juez en un asunto de difícil aclaración.

*Meteorología química.* Estudia los procesos de formación natural o artificial de las gotas de agua de las nubes y de su precipitación al suelo, la contaminación del aire en los centros industriales; la composición química de la lluvia, la nieve y el granizo como portadores de abonos para los cultivos; la radiactividad del aire y de la lluvia.

*Meteorología marítima.* Además de apoyar a la navegación marítima, posee un sistema coordinado de información entre las estaciones de tierra y los barcos meteorológicos que navegan en zonas clave como en la zona del Caribe, donde se generan los ciclones que azotan a las costas de América.

*Meteorología médica.* Estudia las relaciones que existen entre la salud y los cambios de tiempo, ya que las continuas alteraciones químicas y físicas del aire ejercen un notable influjo en la vida vegetativa, sensitiva e indirectamente psíquica del ser humano.



El hombre vive sumergido en la atmósfera, la que ejerce constante influjo en su vida y en todas sus actividades. El campo de la Meteorología aplicada es, por consiguiente, vastísimo. Ya se ha analizado las relaciones de la Meteorología con la Aviación, la Medicina, la Agricultura, la Marina, la Hidrología, etc., pero falta señalar otras aplicaciones en diversos campos, por ejemplo:

Es indudable el influjo psíquico de las variaciones atmosféricas. Un tiempo soleado reanima, el nublado invita el trabajo silencioso. Sociólogos, psicólogos y literatos han tratado este asunto en diversas formas. Los grandes fenómenos meteorológicos como ciclones y tornados han producido catástrofes nacionales, pérdidas económicas y destrucciones de poblados que a veces terminan en emigraciones.

La distribución de horas de trabajo escolar o laboral, así como las vacaciones, las variaciones en la venta de bebidas refrescantes según la temperatura reinante; las posibilidades de practicar deportes en hielo o el montañismo en general, así como la pesca y cualquier otro deporte; la necesidad de emplear máquinas quitanieve; las variaciones de carburación en los motores de gasolina; las necesidades de mayor o menor calefacción; las precauciones en caso de tormenta; la determinación del estado de humedad del aire, tanto en el exterior como en el interior de los edificios; el estudio de la ionización del aire, así como del estado eléctrico del mismo; esto lo determina todo el estado del tiempo.

En cuanto a las aplicaciones en la Arquitectura, se citan la elección de materiales y formas de las construcciones; el cálculo de diámetros de las alcantarillas de desagüe de las lluvias; el efecto del viento en los rascacielos; la lucha contra la humedad del suelo en los sitios lluviosos; la orientación de los edificios y de las calles, según los vientos dominantes y el mejor aprovechamiento de las horas probables de cielo despejado, tomando en cuenta que si en las horas de la tarde son más frecuentes las nubes, habrá

que aprovechar las de la mañana para el soleamiento; la instalación de pararrayos, etc.

Por lo que respecta a la industria, el desgaste de los neumáticos de los vehículos, según el estado de humedad del suelo; el efecto del viento y la humedad en trenes, automóviles y estructuras metálicas, así como postes de conducción eléctrica o cables; el efecto de las inundaciones en los puentes; la congelación del agua para las locomotoras y los autos; el efecto de la presión atmosférica en las explosiones grisú, en las minas; el congelamiento de los cables de conducción eléctrica; la oxidación y corrosión de los metales; los efectos de la humedad y quizá del estado eléctrico del aire en las industrias papeleras, gráficas y de embutidos, así como en las salinas; la perturbación en las transmisiones radioeléctricas por la variación de la ionización del aire y por las del magnetismo terrestre; el acondicionamiento del aire, etc.

## **1.2 Las variables meteorológicas y el medio ambiente**

El estado del tiempo siempre es objeto de nuestra atención y motivo de la charla cotidiana, algunas veces nos hace sentir cansados, molestos, irritados o deprimidos; otras, optimistas, reconfortados y vigorizados, pero jamás dejamos de considerarlo; sin embargo, pocas personas están enteradas de que diariamente se realizan en el mundo más de 120 000 observaciones meteorológicas, las cuales se envían por los más perfeccionados medios de comunicación a los servicios meteorológicos nacionales, quienes a su vez los transmiten a los tres centros coordinadores: Melbourne, Washington y Moscú, desde donde se distribuyen, procesados por regiones, a los centros de análisis y predicción para preparar mapas meteorológicos, los que una vez analizados permiten obtener el pronóstico del tiempo más probable a niveles nacionales y regionales.

En forma general, este es el proceso a que se someten las observaciones meteorológicas.

El objetivo de este capítulo es ofrecer las explicaciones básicas relativas a los fenómenos meteorológicos, tales como: temperatura, presión atmosférica, viento y humedad. Descritas de una manera sencilla y práctica a fin de que podamos entender de una manera progresiva su integración en el medio ambiente.

### **1.3 La Temperatura**

Una primera concepción de la temperatura es la que se refiere a la sensación fisiológica del cuerpo humano. Cuando se toca un cuerpo se dice que está caliente o frío, según la sensación. Cuando se juntan dos objetos con diferente temperatura, el objeto caliente se enfría mientras que el objeto frío se calienta hasta que la temperatura en los dos cuerpos se iguala, se habla entonces de un equilibrio térmico. Uno de estos objetos puede ser un termómetro. La temperatura la podemos medir como la actividad molecular de una sustancia llamada medio térmico, la cual se manifiesta mediante el cambio de alguna propiedad (por ejemplo aumento del volumen de la sustancia). Dicho de otra forma, la temperatura es la condición que determina si un cuerpo o sustancia es apto para transmitir calor a otros o para recibir el calor transmitido por éstos.

Podemos definir a la temperatura como la condición que determina la dirección del flujo resultante de calor entre dos cuerpos. En dicho sistema, el cuerpo que en total libera calor al otro se dice que está a una temperatura más elevada. Para medir la Temperatura de un objeto se puede poner un termómetro a la misma temperatura que el objeto (es decir, en equilibrio termodinámico con él) y entonces se puede medir la temperatura del mismo termómetro.

Concluyendo que la temperatura de un cuerpo es la medida de la agitación de sus moléculas o intensidad de calor. Y siendo la temperatura del aire el objetivo a medir, es necesario el uso de los termómetros.

La transmisión de calor, es la forma en que la energía pasa de un cuerpo a otro por efecto de una diferencia de temperatura. Las formas son:

- ✓ *Conducción.* Es el flujo de energía térmica de un cuerpo de mayor temperatura a otro de menor temperatura sin que haya transferencia de materia, mediante interacciones atómicas o moleculares.
- ✓ *Convección.* Es la transmisión de energía térmica en el propio cuerpo del fluido (gas o líquido) cuando esta en contacto con una fuente de calor. Una parte del fluido (la que está en contacto con la fuente de calor) al calentarse se dilata, disminuye su densidad y tiende a ascender y la otra parte, del fluido más fría y más densa, tiene a descender dando lugar a corrientes convectivas, las cuales producen así una mezcla de moléculas en el cuerpo del fluido. Para que se produzca transmisión de calor por convección, antes debe haber un proceso de transmisión de calor por conducción.
- ✓ *Radiación.* Es la emisión y propagación de energía por medio de ondas electromagnéticas, las cuales se desplazan a la velocidad de la luz (300 000 km/s) a través del espacio y sin intervención activa de la materia y sin requerir necesariamente de un medio para su propagación. Un ejemplo común es la radiación que el Sol emite a la Tierra.

*1.3.1 Los procesos físicos en los que se basa la medida de la temperatura son:*

- ✓ Dilatación de un líquido encerrado en un tubo de vidrio.
- ✓ Dilatación de un líquido dentro de una envoltura metálica y que provoca un aumento de presión.
- ✓ Desarrollo de una fuerza electromotriz entre las soldaduras de un circuito formado por dos metales diferentes (termómetro de termopar)
- ✓ Cambio de curvatura en una banda de metal compuesta por dos láminas metálicas que tienen coeficiente de dilatación diferente y que están soldadas en toda su longitud (termómetro de lámina bimetálica).
- ✓ Variación de resistencia eléctrica de un hilo de platino.

- ✓ Variación de resistencia de una mezcla especial de sustancias químicas (termómetro de termistancias).

### 1.3.2 Escalas Termométricas

Para establecer la escala del termómetro se consideran como puntos de referencia dos temperaturas fijas que ofrece la Naturaleza: una, la del hielo que se está fundiendo, y otra, la del vapor de agua destilada, cuando la ebullición se realiza al nivel del mar.

Ese intervalo fue dividido en 1742 por el alemán Celsius en 100 partes (escala centígrada), y se llamó  $0^{\circ}$  al punto de fusión del hielo y  $100^{\circ}$  al de ebullición del agua. En 1724 Fahrenheit, también alemán, dividió este intervalo en 180 partes, y llamó  $32^{\circ}$  al de fusión del hielo fue que entonces no se conocía temperatura más baja que la obtenida mezclando el hielo y sal ( $-17.8^{\circ}$  C= $32^{\circ}$  F).

Creyó Fahrenheit que así se evitaría el uso de las temperaturas negativas. El  $100^{\circ}$  F. Viene a ser  $37.7^{\circ}$  C. La escala centígrada se usa en todo el mundo, menos en los países de lengua inglesa, en los que se emplea la Fahrenheit.

En la actualidad no se usa ya la escala de Réaumur, cuyo cero coincide con el de la centígrada, pero marca  $80^{\circ}$  a la temperatura de ebullición del agua, es decir, a los  $100^{\circ}$  centígrados.

Para simplificar los cálculos y evitar el uso de temperaturas negativas se emplea en Termodinámica la llamada Escala Termométrica Absoluta cuyos grados son iguales a los de la centígrada, pero marcándose con  $273^{\circ}$  la temperatura del hielo fundente. El cero de esta escala corresponde al  $-273^{\circ}$  de la centígrada y se llama "cero absoluto", de acuerdo con una hipótesis según la cual a esa temperatura los cuerpos habrían perdido todo su calor.

$$^{\circ}C = (^{\circ}F - 32) \frac{5}{9}$$

$$^{\circ}F = \left( ^{\circ}C \frac{9}{5} \right) + 32$$

$$^{\circ}K = ^{\circ}C + 273$$

### FÓRMULAS DE CONVERSIÓN

Cualquier propiedad física de una sustancia que sea función de la temperatura puede ser utilizada como base de un termómetro. Las propiedades más ampliamente utilizadas en los termómetros meteorológicos son la dilatación térmica y el cambio de resistencia eléctrica con la temperatura.

Los termómetros que indican la temperatura ambiente se denominan habitualmente termómetros "ordinarios", mientras que los que indican la temperatura extrema durante un período de tiempo se denominan termómetros de "máxima" o de "mínima".

La radiación procedente del sol, las nubes, el terreno y otros objetos circundantes pasa a través del aire sin cambio apreciable alguno de temperatura, mientras que un termómetro expuesto libremente a la intemperie puede absorber considerable radiación. Como consecuencia de ello, su temperatura puede diferir de la temperatura verdadera del aire, dependiendo esta diferencia de la intensidad de la radiación y de la relación que existe entre la radiación absorbida y el calor disipado. Para algunos elementos termométricos, tales como el fino alambre utilizado en un termómetro de resistencia descubierta, la diferencia puede ser muy pequeña e incluso despreciable, pero en la mayoría de los termómetros operativos más usuales la diferencia puede ser de hasta 25° C en condiciones extremadamente desfavorables. En consecuencia, es necesario proteger el termómetro de la radiación mediante una garita o pantalla que sirva de soporte al termómetro y

también que le proteja de la precipitación permitiendo al mismo tiempo la libre circulación del aire a su alrededor e impidiendo cualquier daño accidental.

La mayoría de las numerosas variedades de garitas con paredes de celosía se fundan en la ventilación natural. En la mayor medida posible una garita debe ser diseñada para que constituya un recinto de temperatura uniforme igual a la del aire exterior. La garita debe rodear completamente a los termómetros e impedir que entre el calor radiante y la precipitación. Las paredes deben ser preferentemente de doble celosía en forma de persiana, y el piso debe estar hecho de listones dispuestos en dos niveles alternados, aunque existen también otros tipos de construcción que satisfacen los requisitos citados.

El tamaño y construcción de la garita debe ser tal que mantenga la capacidad de acumulación de calor lo más baja posible y, al mismo tiempo, que permita un amplio espacio entre los instrumentos y las paredes.

Esta última característica excluye toda posibilidad de contacto directo de los sensores del termómetro con las paredes, lo cual resulta particularmente importante en las zonas tropicales, en donde la insolación puede calentar las paredes hasta el punto de causar un apreciable gradiente de temperatura en la garita. Se debe evitar el contacto directo entre los sensores y el soporte donde están montados los termómetros. La garita debe estar pintada por fuera y por dentro de blanco, con una pintura no higroscópica.

Para el trabajo meteorológico general, la temperatura observada debe ser representativa de las condiciones del aire libre en una zona lo más amplia posible en los alrededores de la estación, a la altura comprendida entre 1.25 y 2.00 m por encima del nivel del terreno. Se especifica la altura sobre el nivel del terreno debido a los grandes gradientes verticales de temperatura que pueden existir en las capas más bajas de la atmósfera.

La mejor colocación para la garita y los termómetros es, por consiguiente, por encima del nivel del terreno, con libre exposición al sol y al viento y no abrigada por árboles, edificios u otras obstrucciones próximas. Se debe evitar la colocación en una ladera muy inclinada o en un hueco, lugares que sólo deben utilizarse en condiciones excepcionales. Las observaciones de temperatura en la terraza de los edificios son de dudosa significación y utilidad debido al variable gradiente vertical de temperatura y al efecto que el edificio mismo ejerce en la distribución de dicha temperatura. En una estación donde la nieve sea persistente y de espesor variable, es posible utilizar un soporte que permite levantar o bajar la garita para mantener una altura adecuada por encima de la superficie de la nieve.

La garita debe tener un adecuado mantenimiento para que se conserve limpia, en muchos lugares basta dar mantenimiento cada 2 años, pero en las regiones afectadas por la contaminación atmosférica puede ser necesario hacerlo todos los años.

### *1.3.3 Medición de la temperatura mínima de la hierba y de la temperatura del suelo.*

La temperatura mínima de la hierba es la más baja alcanzada durante la noche por un termómetro libremente expuesto a la intemperie exactamente por encima de una hierba corta. La temperatura se mide con un termómetro de mínima como se había mencionado anteriormente.

El termómetro debe estar montado en soportes adecuados, de modo que quede inclinado con un ángulo de aproximadamente  $2^\circ$  con respecto a la horizontal, estando el depósito del termómetro más bajo que el resto, a una altura comprendida entre 25 mm y 50 mm por encima del terreno y en contacto con los extremos de la hierba. Cuando el terreno está cubierto de nieve, el termómetro debe instalarse justo encima de la superficie de la nieve o lo más cerca posible de ella, pero sin tocarla.



Normalmente, el termómetro se pone en estación durante la última hora de observación que se realice antes de la puesta del sol y su lectura se hace a la mañana siguiente. El instrumento se mantiene en una garita o dentro de una habitación durante el día.

No obstante, en las estaciones en que el observador no está disponible a la hora de la puesta del sol, puede ocurrir que el termómetro quede expuesto durante todo el día. Con fuerte sol, esta exposición del termómetro puede hacer que el alcohol destile y se deposite en la parte alta del interior del tubo. Este efecto puede reducirse al mínimo colocando una plancha negra de metal hacia el extremo del tubo del termómetro opuesto al depósito; esta plancha absorbe más radiación y, consecuentemente, alcanza una temperatura más elevada que el resto del termómetro. Por consiguiente, cualquier vapor se condensará mucho más abajo que el extremo de la columna de alcohol.

Las profundidades normalizadas para las medidas de la temperatura del suelo son: 5, 10, 20, 50, y 100 cm por debajo de la superficie; se pueden también incluir otras profundidades adicionales. El lugar en que han de realizarse estas medidas es una parcela llana de terreno desnudo, aproximadamente un cuadrado de 75 cm de lado, que sea representativo de los alrededores de que se requiere información.

Si la superficie no es representativa del terreno que la rodea, su extensión no debe ser inferior a 100 m<sup>2</sup>. Cuando el terreno esté cubierto de nieve, es conveniente medir la temperatura de la capa de nieve también.

Al describir el lugar donde se realizan las medidas de temperatura del suelo se debe hacer constar el tipo del suelo, la capa que lo cubre y el grado y dirección de la pendiente del terreno. Siempre que sea posible se deben indicar también las constantes físicas del suelo, tales como densidad, conductividad térmica y contenido de humedad del terreno.

#### *1.3.4 Tiempo de respuesta de los termómetros*

En relación con esta característica debemos considerar que en las observaciones meteorológicas ordinarias no es ventajoso utilizar termómetros con muy pequeña constante de tiempo, ya que la temperatura del aire fluctúa continuamente hasta un grado o dos en el espacio de unos pocos segundos y, por consiguiente, para obtener una lectura representativa con dicho termómetro de una constante mayor de tiempo tiende a suavizar las fluctuaciones rápidas. No obstante, una constante de tiempo demasiado larga puede originar errores cuando se producen cambios de temperatura a largo plazo. Se recomienda que la constante tiempo, definida como el tiempo necesario para que un termómetro registre 63.2 % de un cambio instantáneo de la temperatura del aire, debe estar comprendida entre 30 y 60 segundos, con una velocidad del viento de 5 m/s. La constante de tiempo es más o menos inversamente proporcional a la raíz cuadrada de la velocidad del viento.

Los termómetros de mayor uso en Meteorología son:

#### *1.3.5 Termómetro de máxima*

El tipo recomendado, es el termómetro de mercurio con un estrangulamiento en el tubo capilar, entre el depósito de mercurio y el principio de la escala. Este estrechamiento impide a la columna de mercurio contraerse cuando la temperatura desciende.

No obstante, el termómetro puede ponerse de nuevo en estación cuando se quiera y para ello el observador debe sujetarlo firmemente con el depósito hacia abajo y sacudirlo hasta que el mercurio de la columna vuelva a unirse. El termómetro de máxima debe estar montado formando un ángulo de unos dos grados con respecto a la horizontal, y el depósito debe ocupar la posición más baja para garantizar que la columna de mercurio se apoye sobre el estrangulamiento sin que la gravedad lo obligue a pasar por él. Es conveniente

que el tubo capilar tenga un ensanchamiento al final de la varilla para permitir que se unan con facilidad de nuevo las partes de la columna que hayan podido separarse.

### *1.3.6 Termómetro de mínima*

El instrumento más común es un termómetro de alcohol con un índice de vidrio oscuro, de unos dos centímetros de longitud, inmerso en alcohol. Como siempre queda algo de aire en el tubo de un termómetro de alcohol, debe existir una cámara de seguridad en su extremo superior lo suficientemente amplia como para que el instrumento pueda aguantar una temperatura de 50° C. Los termómetros de mínima deben tener un soporte análogo al de los termómetros de máxima, en una posición casi horizontal.

Los defectos de los termómetros de mínima son los comunes en todos los termómetros de alcohol; el más habitual es la rotura de la columna, especialmente durante los desplazamientos, y la adherencia del alcohol al vidrio. Frecuentemente se forman gotas de alcohol por destilación en la parte superior de la columna.

Una columna de líquido rota puede unirse de nuevo sujetando el termómetro por el extremo del depósito y golpeándolo ligeramente pero con rapidez contra los dedos o cualquier otro material elástico y no demasiado duro. Estos golpecitos deben continuar durante algún tiempo y después el termómetro puede ser colgado o mantenido vertical en un recipiente adecuado, con el depósito hacia abajo durante al menos una hora para que el alcohol adherido al vidrio descienda hasta unirse con la columna principal. Si este tratamiento no da resultado, se puede utilizar un método más enérgico que consiste en enfriar el depósito del termómetro en una mezcla de hielo y sal, manteniendo caliente al mismo tiempo la parte superior del tubo; el líquido destilará lentamente hacia la columna principal. También, puede sujetarse el termómetro en posición vertical con el depósito dentro de un recipiente de

agua caliente, mientras que se sacude o golpea el tubo de vez en cuando. El termómetro debe sacarse del agua tan pronto como la parte alta de la columna de alcohol alcance la cámara de seguridad situada en el extremo del tubo. Se debe tener mucho cuidado cuando se utilice este método, ya que existe el riesgo de hacer explotar el termómetro si el alcohol se dilata dentro de la cámara de seguridad.

En los termómetros de mínima, se pueden utilizar distintos líquidos tales como el alcohol etílico, el pentano y el tolueno. Es importante que el líquido sea lo más puro posible, ya que la presencia de determinadas impurezas aumenta la tendencia del líquido a polimerizarse con la exposición a la luz y con el transcurso del tiempo. Esta polimerización causa cambios de calibración. En el caso del alcohol etílico, por ejemplo, el alcohol debe estar absolutamente exento de acetona.

Los termómetros de mínima se utilizan también para obtener la temperatura mínima de la hierba.

### *1.3.7 Termómetros para la temperatura del suelo*

Para medir las temperaturas del suelo a profundidades de 20 cm ó menos, se utilizan habitualmente termómetros de mercurio con varillas dobladas en ángulo recto, o en cualquier otro ángulo, graduados por debajo de la más baja escala que habitualmente se utiliza para fines generales. El depósito del termómetro se introduce en el terreno hasta la profundidad requerida, y se lee la escala con el termómetro *in situ*. Estos termómetros están graduados por inmersión hasta la profundidad que se ha de medir. Como el resto del termómetro se mantiene a la temperatura del aire, debe existir una cámara de seguridad en el extremo de la varilla.

Para medir temperaturas a profundidades mayores de 20 cm, se recomiendan los termómetros de mercurio, montados en el interior de tubos

de madera, de vidrio o plástico, con sus depósitos recubiertos de cera o pintura metálica.

El conjunto termómetro-tubo se suspende o desliza dentro de otros tubos de pared delgada de metal o plástico, introducidos en el terreno hasta la profundidad requerida. En los climas fríos los extremos de los tubos exteriores deben prolongarse por encima del terreno hasta una altura superior a la que se piensa que ha de alcanzar la capa de nieve.

Una gran constante de tiempo debida a la elevada capacidad calorífica del conjunto permite sacar los termómetros de sus tubos exteriores y leerlos sin que la temperatura haya tenido tiempo de cambiar apreciablemente con respecto a la temperatura del suelo.

#### *1.3.8 Lectura de los termómetros*

Los termómetros deben leerse con la mayor rapidez que sea compatible con la precisión, a fin de evitar cambios de temperatura debidos a la presencia del observador. Como el menisco del líquido o el índice y la escala del termómetro no están en el mismo plano, se debe tratar de evitar errores de paralaje. Estos errores se producirán a menos que el observador se asegure de que la línea recta que va desde su ojo hasta el menisco o índice forma un ángulo recto con la varilla del termómetro. Como normalmente las subdivisiones de la escala de un termómetro no van más allá de la quinta parte de un grado, las lecturas con precisión de una décima, que tan esenciales son en psicometría, han de estimarse. Se deben aplicar a las lecturas las oportunas correcciones del error de escala, si es que existen. Los termómetros de máxima y mínima deben leerse y ser puestos en estación dos veces al día. Sus lecturas deben ser frecuentemente comparadas con las del termómetro ordinario a fin de tener la seguridad de que no se producen graves errores en ellos.

### **1.4 La Presión Atmosférica**

En 1643, Viviani, discípulo de Galileo, por indicación de otro discípulo de Galileo, Torricelli, realizó el siguiente experimento: Llenó de mercurio un tubo de vidrio y cubriendo su extremidad con el dedo pulgar lo invirtió y lo introdujo en una cubeta, llena igualmente de mercurio. Observó que parte del líquido contenido en el tubo se vertía a la cubeta y que, por lo tanto, descendía la columna, sin que nunca bajase de 76 cms, sobre el nivel del mercurio en la vasija. Viviani explicó el hecho expresando que para que la capa estuviese en equilibrio era preciso que sobre toda ella se ejerciese una presión igual en todos sus puntos. Por lo tanto, la presión que se ejerce en la parte oprimida por la columna del mercurio debe ser igual al peso que ejerce el aire en una parte de la superficie libre del mercurio igual a la sección del tubo. Así se inventó el barómetro.

Quedaba por resolver si al elevarse en la atmósfera disminuiría esa presión, como era natural, por haber menos aire encima.

Esto lo aclaró Pascal, a través de su cuñado Perrier, que residía en Clermont. Repitió el experimento de Viviani en 1648 en esa ciudad y en lo alto de Puy-de-Dome, próximo a la misma, y comprobó que, en efecto, la columna de mercurio era 10 cms menor en el monte que en el llano, lo que confirmaba que la presión del aire se debía al peso de la capa de aire que hay encima de un lugar, capa que es cada vez menor cuanto más se asciende.

El valor de la presión atmosférica se mide por la altura de la columna de mercurio a que equilibra. Como la presión se suele expresar por centímetros cuadrados, también se hace esto para la atmosférica. Si se considera una columna de mercurio de 1 cm<sup>2</sup> de superficie, al nivel del mar asciende en el tubo 76 cms aproximadamente. Como 1 cm<sup>3</sup> de ese líquido, a 0° C de temperatura, pesa 13.6 gr., pesará la columna:  $76 \times 13.6 \text{ gr.} = 1033.6 \text{ gr.}$

Si se lleva ese mismo mercurio a otro lugar, su peso no será igual, si bien la diferencia es pequeñísima, ya que ese peso depende del valor de la gravedad en cada lugar, y así podría ocurrir que dos alturas de la columna de mercurio iguales que se observasen en diferentes sitios no representasen la misma presión atmosférica. Para evitar este inconveniente se ha decidido expresar ésta no en peso, sino en fuerza, y medirla en el sistema que los físicos llaman absoluto, es decir, en el sistema cegesimal.

$$P = \frac{f}{s}$$
$$Bar = \frac{1000000 \text{dinas}}{cm^2}$$

En Meteorología se usa el milibar (mb), que es igual a 1000 dinas por centímetro cuadrado y en peso corresponde aproximadamente al de tres cuartas partes de un milímetro de mercurio por centímetro cuadrado. Sin gran error, pues se pasa de una presión dada en milímetros a la expresada en milibares, añadiendo al número de milímetros su tercera parte. Por ejemplo, una presión de 760 mm. de mercurio es aproximadamente igual a la presión de  $760 + (760/3) = 1013.3$  mb. Por lo contrario, se pasa de milibares a milímetros restando a éstos su cuarta parte. Así,  $1013.3 - (1013.3/4) = 760$  mm. Se debe advertir que esta forma de convertir milímetros en milibares y viceversa es sólo aproximada, porque si hubiera de hacerse con exactitud habría que tener en cuenta el valor de la aceleración de la gravedad en el lugar de que se trate.

En resumen, la presión atmosférica en una superficie horizontal dada es la fuerza por unidad de superficie ejercida en dicha superficie por el peso de la atmósfera que está encima. La presión es pues igual al peso de una columna vertical de aire cuya base es la unidad de superficie, que está por encima de la superficie en cuestión y llega hasta el límite exterior de la atmósfera. Para fines meteorológicos la presión atmosférica se mide generalmente mediante barómetros de mercurio, barómetros aneroides o hipsómetros.

Este último tipo de instrumento, que se funda en la relación que existe entre el punto de ebullición de un líquido y la presión atmosférica, ha tenido hasta la fecha una aplicación limitada por lo que no se tratará más de él en esta tesis, excepto para decir que pueden ser inminentes nuevas aplicaciones.

#### *1.4.1 Barómetros de mercurio*

El principio básico del barómetro de mercurio es que la presión de la atmósfera se equilibre con el peso de una columna de mercurio. En algunos barómetros la columna de mercurio se pesa en una balanza, pero para los fines meteorológicos habituales se mide la longitud de la columna de mercurio con una escala graduada en unidades de presión.

Existen varios tipos de barómetros de mercurio que se utilizan en las estaciones meteorológicas, siendo probablemente los más comunes los de cubeta fija y el tipo Fortín. La longitud que se ha de medir es la distancia comprendida entre el extremo de la columna de mercurio y la superficie superior de la cubeta de mercurio. Cualquier cambio que se produzca en la longitud de la columna de mercurio va desde luego acompañado de un cambio del nivel de la cubeta de mercurio. En el barómetro de Fortín el nivel de la cubeta de mercurio puede ser ajustado para ponerlo en contacto con un índice de marfil, cuyo extremo está situado en el punto cero de la escala del barómetro. En el barómetro de cubeta fija, denominado comúnmente barómetro de escala compensada, el mercurio de la cubeta no debe ser ajustado, ya que la escala graduada en el barómetro ha sido ya trazada de tal modo que compensa los cambios de nivel del mercurio de la cubeta.

Los barómetros para fines meteorológicos son calibrados por comparación con barómetros patrón de trabajo o de referencia que a su vez han sido verificados con barómetros patrones primarios o secundarios, que



habitualmente están instalados en los principales centros nacionales de patrones físicos.

#### *1.4.2 Fuentes de error de los barómetros de mercurio*

El aire en movimiento ejerce presión en todas las superficies expuestas, por consiguiente, un barómetro expuesto al viento se ve influido por la presión dinámica del aire que se está agregando a la presión estática del instrumento. Para evitarla, el barómetro no debe estar expuesto al viento.

La temperatura también influye si el aparato está expuesto directamente a los rayos del sol, o si el aparato está sometido a ventilación de diversas fuentes. El gradiente térmico vertical dentro del recinto puede tener fuertes variaciones y en consecuencia el barómetro también tendrá diferentes temperaturas en sus diversas partes.

Para confirmar que el vacío de Torricelli es perfecto tómesese el barómetro e inclínese con cuidado, de modo que el mercurio golpee el extremo cerrado del instrumento. Si produce un sonido metálico claro, no opaco, el instrumento está en perfecto estado.

Aparte de esta comprobación, que se hace en el momento de instalare el barómetro, es conveniente que el instrumento haya sido examinado en un laboratorio oficial responsable que dará un certificado de sus correcciones. Igual precaución habrá de tomarse cada vez que el barómetro sufra alguna reparación importante.

El transporte hasta el observatorio requiere precauciones especiales, tanto para evitar la ruptura del tubo a consecuencia de golpes del mercurio, como para impedir que llegue aire a su interior.

Al desembalar el barómetro se coloca invertido, con la cubeta hacia arriba y, si es posible, se le deja en esta posición algunas horas, dándole de vez en cuando unos golpecitos para que sea más fácil la subida de cualquier burbuja que hubiese podido quedar adherida a las paredes. En el momento de instalarlo se vuelve suavemente poniéndolo con la cubeta hacia abajo.

Estas precauciones se tomarán también cada vez que haya que cambiar de lugar el barómetro, que no se transportará si no es invertido. Si es del modelo Fortín, se sube previamente el fondo de gamuza de la cubeta hasta que el mercurio llene casi por completo el tubo; si es de cubeta ancha, la inversión se hace muy lentamente para evitar choques. Las mismas operaciones, en sentido inverso, se practican al instalar el instrumento en la estación.

El barómetro de mercurio se instala en una habitación cuya temperatura varíe poco, lejos de chimeneas y radiadores. Lo más práctico es fijarlo a una pared o a un mueble resistente, en un lugar donde no dé nunca el sol ni esté expuesto a golpes, pero con luz suficiente para hacer con toda seguridad las lecturas.

La altura a que deberá quedar el aparato deberá ser tal que el observador, de pie, tenga frente a su vista la superficie libre de mercurio en el tubo. Este ha de estar perfectamente vertical.

#### *1.4.3 Barómetros aneroides*

Reciben este nombre los barómetros sin líquido, basados en las deformaciones que la presión atmosférica produce en una caja metálica elástica perfectamente cerrada. La caja puede consistir en un tubo de succión elíptica y encorvado cuya curvatura varía con la presión conocido como tubo de Bourdon o un una cápsula de paredes onduladas conocida como cápsula de Vidi (FIGURA 2-4). En ambos casos se ha practicado en el interior de la caja un vacío perfecto, por lo que se llama "caja aneroide" que significa sin aire, para

que el aire confinado en ella no influya en las indicaciones del aparato. Para evitar que la cápsula de Vidi se aplaste por efecto de la presión atmosférica se refuerzan sus caras onduladas mediante un muelle interior en forma de ballesta o bien uno exterior en forma de lámina curvada. Una aguja indicadora señala la presión en un círculo graduado. (Figura N° 1)

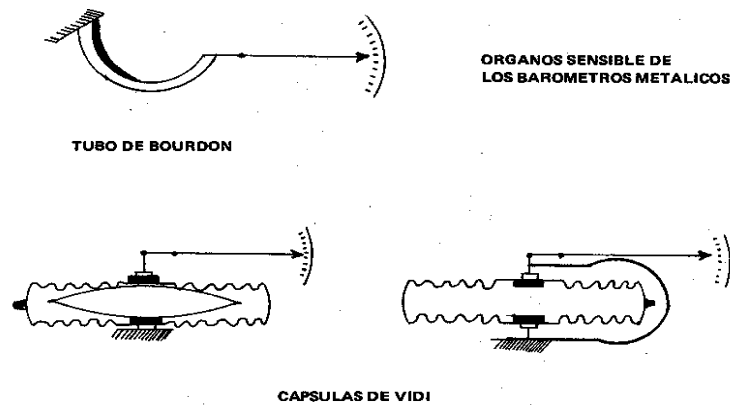


FIGURA N°1

La graduación se basa por comparación de un barómetro de mercurio; en consecuencia, su escala está expresada en milímetros de mercurio o milibares. Un tornillo de afinación, cuya cabeza asoma en la tapa del aparato, permite corregir sus indicaciones de manera que marque la presión exacta.

A causa de la inercia de los ajustes y de los defectos de elasticidad del metal, el aneroides lleva siempre un ligero retraso en sus movimientos, y es costumbre, al ir a hacer la lectura, darle unos golpecitos muy suaves con la punta del dedo para vencer tal inercia. Esta operación, hecha con cuidado, no perjudica al aparato y de paso permite ver, por el sentido en que la aguja se pone en su punto, si la presión está subiendo o bajando en el momento de la observación.

Los buenos aneroides han de estar "compensados de temperatura", es decir, que ésta no ha de influir en sus indicaciones; además, sus piezas sensibles han de presentar una inercia elástica bastante pequeña para que

después de una deformación tardan poco tiempo en volver a su posición normal. Algunos aneroides tardan horas en recuperarla y se han de considerar inútiles.

El barómetro aneroide, como el de mercurio, no ha de estar a la intemperie, sino en una habitación y en lugar donde no le dé directamente el sol.

Un aneroide de buena calidad, bien tratado y comprobado con un barómetro de mercurio, puede medir la presión atmosférica con bastante exactitud para las necesidades de una estación meteorológica modesta. La corrección de escala con el tornillo de afinación no se ha de efectuar sino cuando el error sea de varios milímetros; si éste es pequeño, es preferible no corregir el aparato a cada momento y llevar cuenta del error que se sumará a las presiones que se lean.

Este error se ha de determinar periódicamente, ya sea en un laboratorio adecuado, ya consultando la carta oficial del tiempo. Para esto se consulta la carta (generalmente a las 7 de la mañana), para ver qué presión corresponde en ella al lugar de la observación.

La diferencia entre este valor sacado de la carta y el que se obtiene reduciendo al nivel del mar la presión leída en el aneroide será la corrección que se habrá de aplicar a las lecturas del aparato.

#### *1.4.4 Otras técnicas barométricas*

Consisten habitualmente en emplear un elemento sensor que, como ocurre con la cápsula aneroide, cambia de forma por la influencia de los cambios de presión (por ejemplo, los tubos Bourdon o los cristales de cuarzo o silicona) y un transductor que transforma los cambios de forma en otros que sean

directamente utilizables por el observador. La lectura puede hacerse a gran distancia del observador.

La mayoría de los barómetros de reciente diseño utilizan transductores que transforman la reacción del sensor en magnitudes eléctricas relacionadas con la presión, tales como la resistencia, voltaje o frecuencia de impulsos. Todos ellos son ulteriormente medidos utilizando sistemas eléctricos adecuados o sistemas de adquisición de datos. Que es el sistema que utilizaremos en esta tesis y que posteriormente será descrito en detalle.

Hoy en día se utiliza una gran variedad de estos transductores, y entre ellos los siguientes: detectores del desplazamiento de capacidad, detectores del desplazamiento potenciométrico, medidores de tensión situados en puntos estratégicos del sensor, y servosistemas fuerza-equilibrio que mantienen las constantes dimensiones del sensor cualquiera que sea la presión. A estos transductores primarios se les pueden unir circuitos que corrijan los resultados primarios del sensor con respecto a los efectos de su no linealidad y de la temperatura, y que conviertan los resultados de las lecturas en unidades normalizadas.

En general, dichos barómetros (o transmisores barométricos) dan medidas de la presión con una precisión sólo marginalmente inferior a la de los barómetros de mercurio; su deriva a largo plazo es en general mucho peor y requieren correcciones de calibración al menos una vez cada seis meses.

### **1.5 El viento**

Viento es el aire en movimiento; si es en sentido horizontal se denomina advección; y si en sentido vertical, convección. En la atmósfera libre las corrientes de aire pueden tener una dirección cualquiera, en una componente vertical (de ascenso o descenso) y otra horizontal. Al nivel del suelo sólo son posibles los movimientos paralelos al terreno; pero a poca altura, sobre todo

en días cálidos y en lugares soleados, se encuentran corrientes de direcciones más o menos inclinadas y a veces completamente verticales.

El viento horizontal, o sea tal como se observa en una estación meteorológica ordinaria, se define por dos parámetros: la dirección y la velocidad.

La dirección se designa por el rumbo del cual viene el viento y no aquel al cual se dirige. Así, para un viento que procede del Norte su dirección es Norte.


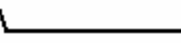


Los rumbos se refieren a la rosa náutica, reducida generalmente a ocho de sus direcciones, N, Ne, E, Se, Sw, W, Nw, a contar desde el norte geográfico o verdadero (no el magnético).

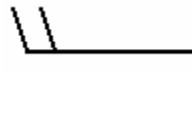
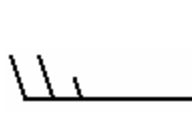
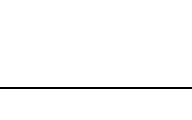
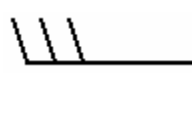
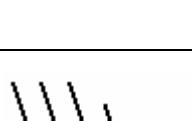

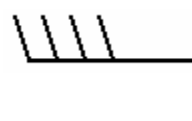
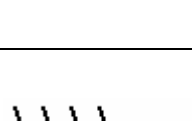
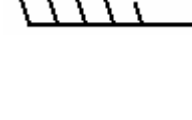
En algunos observatorios se usa la rosa de dieciséis direcciones, intercalando entre las anteriores otras intermedias (NNe, Ene), o aun la de treinta y dos por el sistema de cuartas que emplean los marinos (Norte, Norte cuarta al Este, Noroeste, Noroeste cuarta al Norte, etc.); pero hoy la tendencia más generalizada es la de reducir la indicación de los rumbos a ocho o a dieciséis direcciones. Para los datos de mediana precisión se dan en grados sexagesimales, los que, como los de los sondeos de la atmósfera libre, son susceptibles de una precisión mayor (de 1 a 360° contando desde el norte hacia el este, o bien simplemente por decenas de grados de 1 a 36).

Por calma se entiende no sólo la falta de viento sino también aquel que sopla muy débil. Es frecuente tomar como norma decir que hay calma cuando la velocidad del viento no llega a los 5 km/h (la velocidad de un hombre caminando normalmente). Por supuesto, el registro del número de calmas en las estaciones meteorológicas tiene la misma importancia práctica que el de los distintos rumbos.

La velocidad se puede expresar en metros por segundo; también en kilómetros por hora, y en algunos países en millas terrestres por hora; y es norma internacional en Meteorología aeronáutica dar la velocidad del viento en nudos (knot, en inglés), o sea en millas marinas (1 853.27 m) por hora. En Climatología es también frecuente que se dé el recorrido total del viento durante un día, un mes o un año, expresado por kilómetros.

La velocidad del viento la determinaban los marinos, desde 1805, por la llamada escala del almirante inglés Beaufort, quien estableció doce grados de fuerza del viento basados en las maniobras que se habían de hacer, en el aparejo de los barcos de vela, según el viento que soplara. Actualmente y por no navegarse ya en estos barcos, se refieren los grados a la altura de las olas y otros fenómenos. Esta misma escala se ha adaptado a su uso en tierra, determinando para cada grado los efectos en los árboles, en los edificios, etc. Además, a cada uno de los números de la escala se le han señalado límites precisos de velocidad de viento en nudos, en metros por segundo o en kilómetros por hora, así como en millas terrestres (1 609.35 m) por hora. (Figura N°2)

<b>NÚM DE BEAUFORT</b>	<b>SÍMBOLO EN EL REGISTRO</b>	<b>TÉRMINO DESCRIPTIVO</b>	<b>VELOCIDAD EN KM/HORA</b>	<b>CARACTERÍSTICAS PARA ESTIMAR LA VELOCIDAD</b>
0		Calma	0 a 1	El humo se eleva verticalmente.
1		Ventolina (brisa leve)	2 a 6	Su dirección la indica el curso que sigue el humo. Incapaz de mover la veleta.
2		Viento suave	7 a 12	Se siente en la cara, susurra entre las hojas, mueve la veleta.
3		Viento leve	13 a 18	Mueve constantemente las hojas y ramas pequeñas, despliega las banderas.

4		Viento moderado	19 a 26	Levanta polvo y papeles sueltos, mueve las ramas.
5		Viento regular	27 a 35	Agita algo los árboles pequeños, levanta olas pequeñas en los cuerpos de agua interiores.
6		Viento fuerte	36 a 44	Mueve las ramas mayores, hace zumbir los alambres telegráficos y es difícil abrir el paraguas.
7		Viento fuerte	45 a 54	Mueve los árboles por completo; se hace difícil andar contra el viento.
8		Temporal	55 a 65	Quiebra las ramas pequeñas de los árboles y por lo general impide andar.
9		Temporal fuerte	66 a 77	Causa averías leves en las estructuras (chimeneas), y arranca las tejas de los techos.
10		Temporal muy fuerte	78 a 90	Arranca los árboles, causa averías considerables en las estructuras.
11		Tempestad	91 a 104	Ocasiona grandes estragos en zonas extensas.
12		Huracán	Más de 104	Causa muchos estragos y destrucciones.

**FIGURA N°2**  
**Escala Beaufort.**



## 1.6 DESCRIPCIÓN DE UN RADIOSONDEO

Para estudiar y pronosticar las condiciones del tiempo es necesario que además de las observaciones en la superficie, se hagan también mediciones de las condiciones del aire a alturas sobre la superficie. Para eso se utiliza un instrumento, llamado **radiosonda**, que permite hacer mediciones de temperatura, presión, humedad y vientos a distintas alturas. Ese nombre se deriva de los términos radio y sondeo, que quiere decir investigar o sondear las condiciones atmosféricas utilizando ondas de radio. La radiosonda consiste de un instrumento con un pequeño transmisor que envía una señal de radio. La señal va cambiando su intensidad de acuerdo con la temperatura y la humedad del aire. El transmisor funciona por medio de una batería seca.

Una caja contiene el transmisor, la batería, antena y los elementos (sensores) de humedad, temperatura y presión la cual es lanzada al espacio amarrado a un globo inflado con gas hidrógeno o helio. También se agrega un pequeño paracaídas de color rojo (opcional). El globo asciende (con la radiosonda) hasta romperse o reventarse. Generalmente se alcanzan alturas de 25 a 30 kilómetros. Al romperse el globo la radiosonda desciende protegida por el paracaídas y continúa emitiendo señales hasta que la batería se agota. Si cae a tierra es probable que sea encontrada y devuelta al usuario del Servicio de Meteorología.

Mientras el instrumento va ascendiendo, el transmisor envía señales de radio las cuales son recibidas en la estación de superficie por medio de un receptor de radio de bastante potencia.

En el receptor hay una impresora que va haciendo una gráfica en papel especial. El estudio de esta gráfica, es ir siguiendo los procedimientos y reglas de cómputos especiales, permite al observador determinar la temperatura, presión y humedad del aire a distintas alturas. Para determinar los vientos se utiliza otro instrumento, conocido por "monitor direccional de radio" ("radio

direction finder"), por medio del cual se determina la dirección y elevación de donde procede la señal. Este instrumento puede captar la señal emitida por la radiosonda no importa las condiciones del tiempo. Así se sigue la posición y movimiento continuo del globo. Con esa información se puede computar la dirección y velocidad del viento a distintas alturas. Generalmente se obtienen datos hasta alturas de 100,000 pies (30 Km.).

Es recomendable que se hagan observaciones según las recomendaciones de la Organización Mundial de Meteorología. No se hacen observaciones más frecuentes debido al alto costo del instrumento y de los materiales usados. En situaciones especiales (por ejemplo, durante periodos de huracán) se lanzan radiosondas cuatro veces al día.

Las observaciones de altura también indican que los vientos alisios (vientos del Este) prevalecen desde la superficie hasta más o menos 4500 m. A alturas sobre 6000 m prevalecen vientos del Oeste.

Otro procedimiento para determinar la dirección y velocidad del viento en la altura es con el uso de globos pequeños inflados con gas helio. Estos son lanzados al espacio y son rastreados por medio de un instrumento llamado "teodolito", una especie de telescopio pequeño.

Este globo, comúnmente conocido como "globo piloto", se llena de gas helio para hacerlo ascender a una velocidad constante de alrededor de 180 metros por minuto o 600 pies por minuto. Mediante la lectura de ángulos de elevación y azimut, puede computarse la distancia y la posición del globo con relación al punto de observación o teodolito. Luego, por medio de cálculos matemáticos, se obtiene la dirección y velocidad del viento a cada mil pies de altura sobre la superficie. Estos globos alcanzan generalmente alturas de 4500 a 6000 m con cielos despejados. No pueden ser vistos a través de las nubes y cuando hay nubosidad la observación se limita a la zona bajo las nubes.

Los científicos de todo el mundo realizan experimentos a alturas superiores a la superficie con ayuda de globos. Estos se llenan con gas de hidrogeno o helio. Hay que aclarar que es mas seguro usar helio porque el hidrógeno y el aire forman una mezcla explosiva lo que obliga a tomar otros tipos de precauciones. El tamaño del globo varia dependiendo de la altura a la que va a llegar el globo y el peso que va a levantar. Un globo alcanza una altura entre 25 Km. y 45 Km.

## 2. IMPORTANCIA DEL RADIOSONDEO

### *Definición*

Hay un gran número de definiciones distintas de contaminación atmosférica, dependiendo del punto de vista que se adopte. Así tenemos:

*"Cualquier circunstancia que añadida o quitada de los normales constituyentes del aire, puede llegar a alterar sus propiedades físicas o químicas lo suficiente para ser detectado por los componentes del medio".*

Me pareció una buena introducción hacer un pequeño paréntesis acerca de los antecedentes de la contaminación, que es un problema que asecha a todo el planeta, haciendo de este un tema delicado y sobre todo muy importante.

### **2.1 Historia de la contaminación del aire y del estudio sobre sus efectos en la salud humana:**

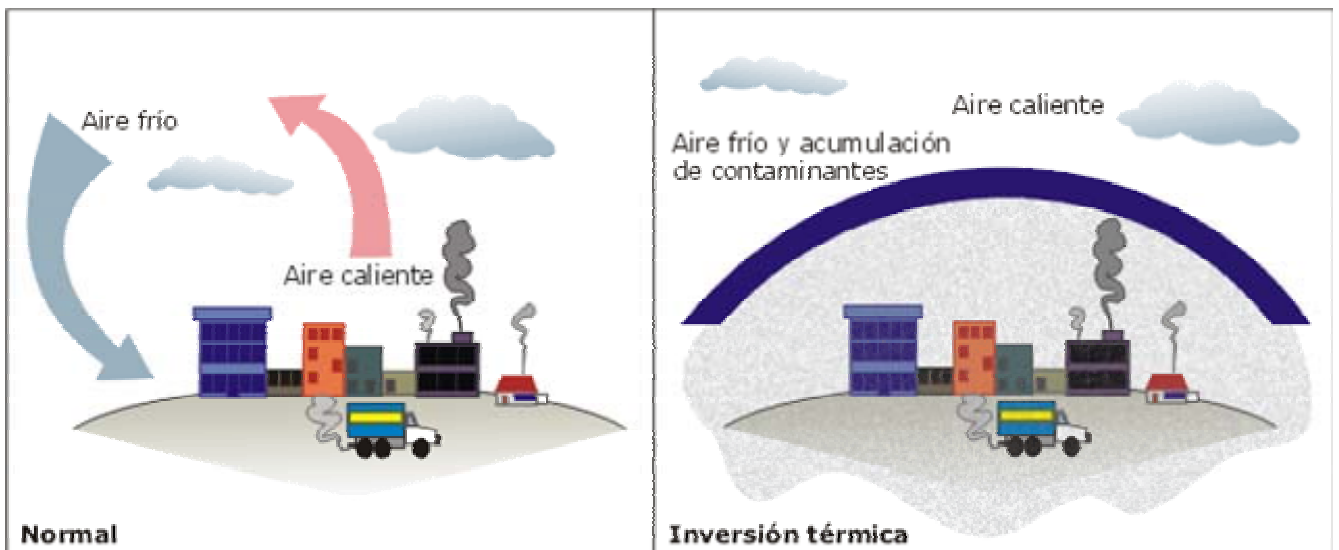
#### **Contaminación del aire en el siglo XX: episodios y accidentes**

La diferencia entre un episodio y un accidente de contaminación del aire es fundamental. Un episodio ocurre cuando los contaminantes del aire "inocuo", diario, propio del siglo XX, se combinan con otros factores, como las anomalías meteorológicas y la topografía, para crear una atmósfera amenazante para la salud. A pesar de que el hombre es el responsable del factor contaminación, la concurrencia de los otros factores es incontrolable. En contraste, un accidente de contaminación del aire es una descarga inadvertida y evitable de sustancias químicas tóxicas, a menudo atribuible a fallas mecánicas o al error humano.

#### *2.1.1 Episodios*

Los tres episodios de contaminación del aire más famosos del siglo XX fueron tres tragedias.

Las tres tragedias coincidieron con una condición meteorológica conocida como inversión térmica. Normalmente, el aire caliente de la superficie terrestre asciende y el aire de la parte superior de la atmósfera —más frío— cae, con lo cual se crea una circulación natural que dispersa los contaminantes superficiales del aire. Una inversión ocurre cuando las capas de aire de la atmósfera inferior son más frías que las superiores. La circulación natural sufre una interrupción y tanto el aire superficial acumulado como los contaminantes del aire se concentran alrededor de sus fuentes. (Figura N° 3)



### **Circulación atmosférica natural comparada con una inversión térmica**

**Figura N° 3**

Otra característica importante, común a estos tres episodios, es que los presuntos agentes causales eran productos de desecho típicos de la vida del siglo XX y supuestamente seguros. La quema generalizada de combustibles fósiles y la proliferación de procesos industriales producen dióxido de azufre, ácido sulfúrico, material particulado, fluoruros y otros contaminantes del aire, componentes bastante comunes de la actual mezcla atmosférica.

Actualmente, la mayoría de ciudades principales ha implementado programas para predecir y detectar los niveles de contaminación y condiciones meteorológicas que podrían combinarse para ocasionar consecuencias trágicas.

### *2.1.2 Accidentes*

Entonces, parece que los progresos tecnológicos y la creciente industrialización han provocado cierto nivel de emisiones tóxicas al aire, regulares y planificadas, que son aceptadas por casi todos como un costo necesario para gozar de los beneficios de la vida en el siglo XX. La industrialización también ha generado un mayor riesgo de descargas accidentales de contaminantes tóxicos. Las causas más comunes de los accidentes de contaminación industrial del aire son las fallas mecánicas y los errores humanos.

La mayoría de accidentes de este tipo involucra pequeñas cantidades de sustancias químicas, lo que resulta fácil de controlar, con pocos efectos adversos en los seres humanos o ninguno. Algunos de ellos, en cambio, tienen consecuencias trágicas.

Uno de los primeros accidentes de contaminación del aire con causa definida y adecuadamente documentados sucedió en Poza Rica y México. El problema comenzó cuando una refinería de gas natural descargó inadvertidamente sulfuro de hidrógeno en el aire. Una inversión térmica simultánea agravó el problema. Resultados: 22 muertes y más de 300 casos de enfermedades relacionadas, sobre todo irritación de las vías respiratorias y trastornos del sistema nervioso.

Obviamente, los efectos de los contaminantes tóxicos del aire pueden aumentar debido a diversos factores, como los patrones climáticos, las fallas mecánicas y los errores humanos. Sin embargo, la mayoría de accidentes catastróficos tiende a localizarse en un área, lo que permite identificar fácilmente a la población afectada. Pero, ¿qué hay acerca de las personas que están en áreas supuestamente seguras? Los estudios y estadísticas indican que a medida que el tiempo avanza, el grueso de la población corre el riesgo de desarrollar ciertos efectos adversos en la salud como producto de la carga química tóxica en la atmósfera.

Tomando en cuenta lo anterior, tengamos conciencia de que:

La contaminación del aire consiste en la presencia en el aire de sustancias o formas de energía que alteran la calidad del mismo e implica riesgo, daño o molestia grave a los seres vivos y bienes en general.

## **2.2 PRINCIPALES CAUSAS DE CONTAMINACION DEL AIRE:**

Emissiones del transporte urbano (CO, CnHn, NO, SO<sub>2</sub>, Pb)

Emissiones industriales gaseosas (CO, CO<sub>2</sub>, NO, SO<sub>x</sub>)

Emissiones Industriales en polvo (cementos, yeso, etc)

Basurales (metano, malos olores).

Quema de basura (CO<sub>2</sub> y gases tóxicos)

Incendios forestales (CO<sub>2</sub>)

Fumigaciones aéreas (líquidos tóxicos en suspensión).

Derrames de petróleo (Hidrocarburos gaseosos).

Corrientes del aire y relación presión/temperatura

### **2.3 ¿COMO AFECTA A NUESTRA SALUD LA CONTAMINACION? (o tras repercusiones dañinas)**

Dependiendo de exposiciones agudas o crónicas, los efectos en la salud pueden ser:

- El CO y el CO<sub>2</sub> ocasiona dolores de cabeza, estrés, fatiga, problemas cardio - vasculares, desmayos, etc.
- Los óxidos de nitrógeno y azufre (NO<sub>x</sub> y SO<sub>x</sub>) ocasionan enfermedades bronquiales, irritación del tracto respiratorio, cancer, etc.
- El Plomo, el Mercurio y las dioxinas pueden generar problemas en el desarrollo mental de los fetos. También ocasionan enfermedades ocupacionales en ciertas industrias.
- El cadmio puede generar enfermedades en la sangre.
- El debilitamiento de la capa de ozono puede ocasionar cáncer a la piel y enfermedades a la vista.

#### *2.3.1 Importancia del problema:*

La atmósfera es esencial para la vida por lo que sus alteraciones tienen una gran repercusión en el hombre y otros seres vivos y, en general, en todo el planeta. Es un medio extraordinariamente complejo y la situación se hace todavía más complicada y difícil de estudiar cuando se le añaden emisiones de origen humano en gran cantidad, como está sucediendo en estas últimas décadas.

Una atmósfera contaminada puede dañar la salud de las personas y afectar a la vida de las plantas y los animales. Pero, además, los cambios que se producen en la composición química de la atmósfera pueden cambiar el clima,



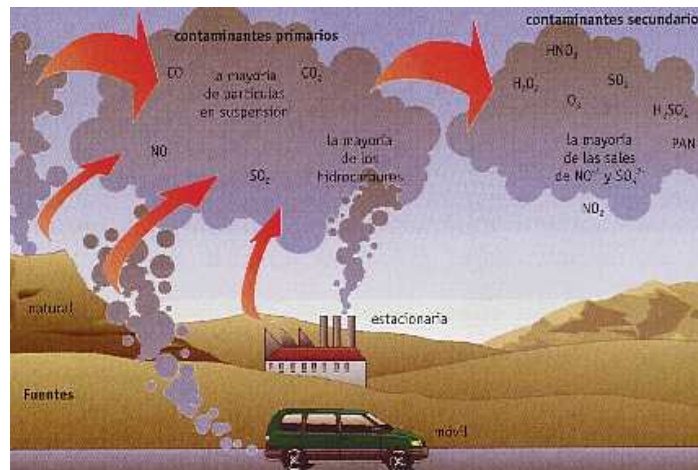
producir lluvia ácida o destruir el ozono, fenómenos todos ellos de una gran importancia global. Se entiende la urgencia de conocer bien estos procesos y de tomar las medidas necesarias para que no se produzcan situaciones graves para la vida de la humanidad y de toda la biosfera. La contaminación del aire y su origen

Nuestra actividad, incluso la más normal y cotidiana, origina contaminación. Cuando usamos electricidad, medios de transporte, metales, plásticos o pinturas; cuando se consumen alimentos, medicinas o productos de limpieza; cuando se enciende la calefacción o se calienta la comida o el agua; etc. se producen, directa o indirectamente, sustancias contaminantes.

En un país industrializado la contaminación del aire procede, más o menos a partes iguales, de los sistemas de transporte, los grandes focos de emisiones industriales y los pequeños focos de emisiones de las ciudades o el campo; pero no debemos olvidar que siempre, al final, estas fuentes de contaminación dependen de la demanda de productos, energía y servicios que hacemos el conjunto de la sociedad.

## 2.4 Contaminación primaria y secundaria

Resulta muy útil diferenciar los contaminantes en dos grandes grupos con el criterio de si han sido emitidos desde fuentes conocidas o se han formado en la atmósfera. Así tenemos: (Figura N°4)



**FIGURA N° 4**

- Contaminantes primarios.- Aquellos procedentes directamente de las fuentes de emisión

- Contaminantes secundarios:- Aquellos originados en el aire por interacción entre dos o más contaminantes primarios, o por sus reacciones con los constituyentes normales de la atmósfera.

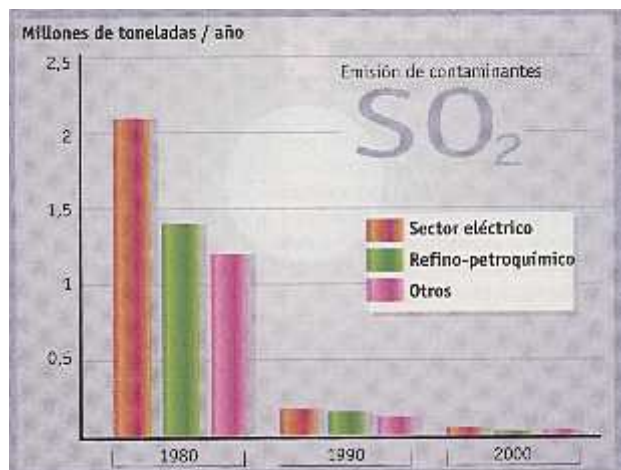
Las personas deben hacer conciencia acerca de la gran importancia que este tema repercute en nuestra vida, especialmente en la salud.

A continuación presento un mapa donde se marcan las zonas del mundo que padecen más de este grave problema: (Figura N° 5)



**FIGURA N° 5**

En los países desarrollados las dos fuentes principales de contaminación son los vehículos con motor y la industria. (figura N° 6)



**FIGURA N° 6**

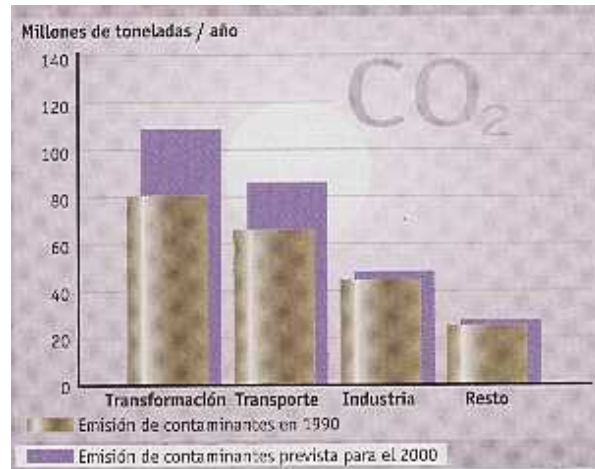


FIGURA N° 7

#### 2.4.1 Vehículos

Los automóviles y los camiones liberan grandes cantidades de óxidos de nitrógeno, óxidos de carbono, hidrocarburos y partículas al quemar la gasolina y el gasóleo.

#### 2.4.2 Centrales térmicas e industria

Las centrales térmicas y otras industrias emiten la mayoría de las partículas y de los óxidos de azufre, además de cantidades importantes de los otros contaminantes. Los tres tipos de industria más contaminante, hablando en general, son la química, la metalurgia y siderurgia y la papelera. En definitiva la combustión de combustibles fósiles, petróleo y carbón, es responsable de la mayoría de las emisiones y la industria química es la principal emisora de productos especiales, algunos muy dañinos para la salud. Otra fuente importante de contaminación atmosférica suele ser la destrucción de los residuos por combustión.

#### 2.4.3 Contaminación interior

Desde el punto de vista de la salud humana un tipo de contaminación a la que cada vez se le está dando más importancia es a la del interior de los edificios:

viviendas, industrias, oficinas, etc. Los contaminantes más frecuentes en este ambiente son el radón (gas radiactivo de origen natural), el humo de los cigarrillos, el monóxido de carbono, formaldehído, asbestos, etc. (Figura N° 9)

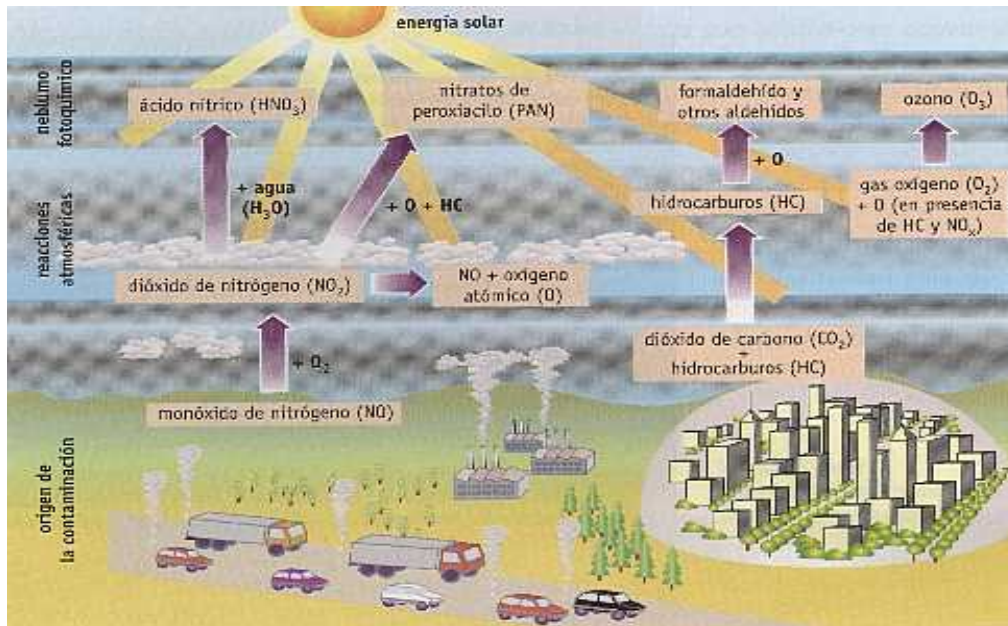


FIGURA N° 8

De la misma manera como se menciona anteriormente respecto a la contaminación atmosférica y los problemas ambientales que genera podemos mencionar la gran importancia que tiene el llevar a cabo estudios como es el radiosondeo ó Monitoreo de reciente creación en la tecnología. Como se sabe las causas que originan esta contaminación son diversas, pero el mayor índice es provocado por las actividades industriales, comerciales, domésticas y agropecuarias.

El aire puro es una mezcla gaseosa compuesta por un 78% de nitrógeno, un 21% de oxígeno y un 1% de diferentes compuestos tales como el argón, el dióxido de carbono y el ozono. Entendemos pues por contaminación atmosférica cualquier cambio en el equilibrio de estos componentes, lo cual altera las propiedades físicas y químicas del aire.

Para estudiar y pronosticar las condiciones del tiempo es necesario que además de las observaciones en la superficie, se hagan también mediciones de

las condiciones del aire a alturas sobre la superficie. Para eso se utiliza un instrumento, llamado **radiosonda**, que permite hacer mediciones de temperatura, presión, humedad y vientos a distintas alturas. Ese nombre se deriva de los términos radio y sondeo, que quiere decir investigar o sondear las condiciones atmosféricas utilizando ondas de radio. La radiosonda consiste de un instrumento con un pequeño transmisor que envía una señal de radio. La señal va cambiando su intensidad de acuerdo con la temperatura y la humedad del aire. El transmisor funciona por medio de una batería seca.

Una caja contiene el transmisor, la batería, antena y los elementos (sensores) de humedad, temperatura y presión la cual es lanzada al espacio amarrado a un globo inflado con gas helio. El globo asciende (con la radiosonda) hasta romperse o reventarse. Generalmente se alcanzan alturas de 25 a 30 kilómetros. Al romperse el globo la radiosonda desciende y continúa emitiendo señales hasta que la batería se agota. (Figura N° 9)



**FIGURA N° 9**

Es recomendable que se hagan observaciones según las recomendaciones de la Organización Mundial de Meteorología. No se hacen observaciones más frecuentes debido al alto costo del instrumento y de los materiales usados. En situaciones especiales (por ejemplo, durante periodos de huracán) se lanzan radiosondas cuatro veces al día.

### 3. DESCRIPCION GENERAL DE UN DIGICORA III.

El sistema de radiosonda (Digicora III modelo MW 21) consta de las siguientes partes principales: un radio receptor Digicora III , una antena GPS, una antena UHF, Laptop con base de expansión y ground check (GC), como se muestra en la siguiente figura; las principales funciones de cada uno de los componentes de este equipo se describen más adelante. (Figura N° 10)

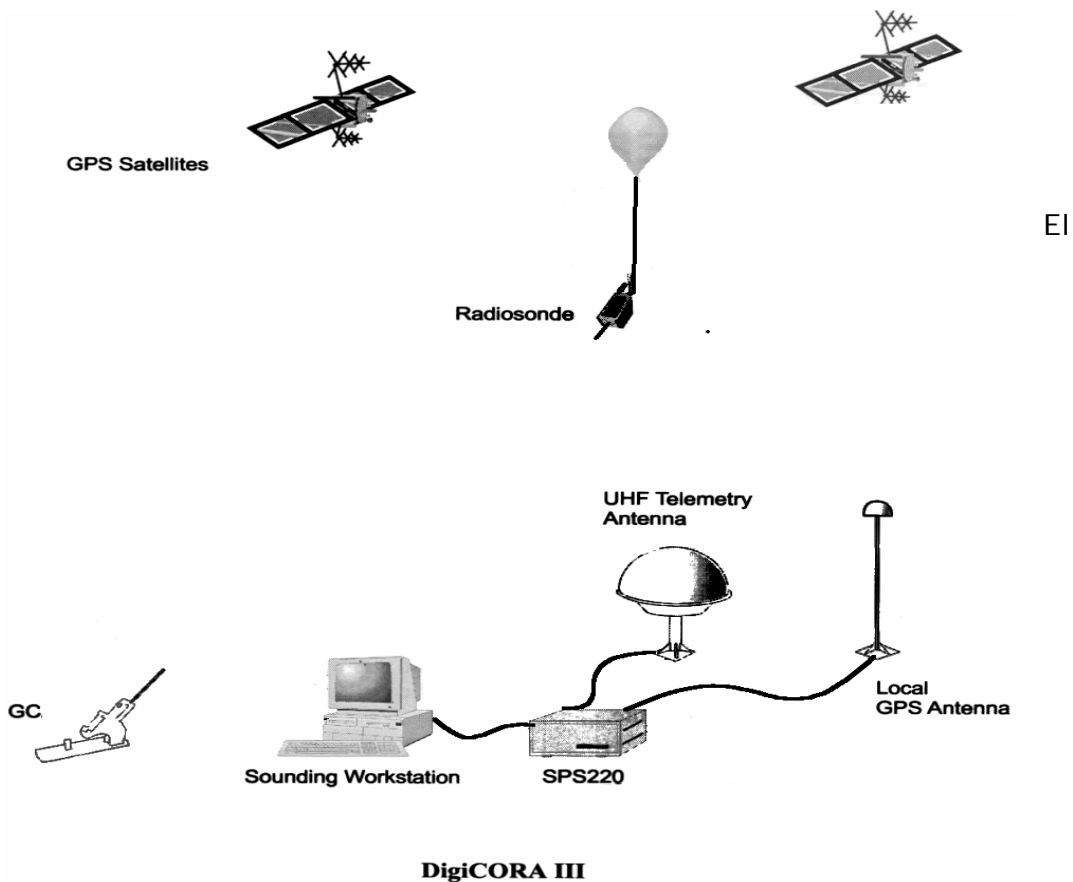


FIGURA N° 10

DigicORA III modelo MW 21 recibe y procesa las señales de la radiosonda en tiempo real. Las señales son convertidas en datos meteorológicos que consisten en presión, temperatura y humedad relativa. Además el MW 21 entrega los datos de presión, temperatura y humedad (PTU) junto con los datos del viento a la PC.

### **3.1 DigiCORA III MW21**

El Sistema de Sondeo para medir la meteorología es una herramienta de gran valor empleada con gran frecuencia en la actualidad para apoyar el trabajo cotidiano de los meteorólogos e investigadores. Vaisala es la empresa entre otras que fabrica el sistema de sondeo el cual tiene una historia larga en el desarrollo de este equipo que surge ante las necesidades crecientes en materia de medición e investigación en diferentes campos; las crecientes exigencias de obtener la información meteorológica con calidad han obligado a los diseñadores de este tipo de instrumentación como es el caso de Vaisala a evolucionar las formas de obtener las mediciones meteorológicas con tecnología de punta.

La compañía Vaisala entre otras han desarrollado un equipo de gran importancia para la medición de las variables meteorológicas en la vertical (hasta 30,000 mts. de altura), para este fin Vaisala ha desarrollado el modelo DigiCora III MW21 como una versión mejorada del DigiCora II MW15 el cual cuenta con las siguientes Información técnica:

#### ***3.1.1 Mínimos requerimientos para Hardware***

##### *Laptop*

Procesador	Pentium II 400 MHz o Memoria equivalente
Memoria	128 MB
Monitor	1024*768,256 colores
El espacio del disco duro libre	50 MB

##### *Recomendación del Hardware*

Procesador	Pentium IV 1.6 GHz.
Memoria	256 MB



Monitor 17" o mas grande  
El espacio del disco duro libre 500 MB  
CD-RW  
Tarjeta de red  
Módem

*Vaisala Subsistema de procesamiento de sondeo SP2220*

PTU

MWF210 Estructura

MWP210 Alimentación principal

UPP210A Unidad del procesador y receptor

URR20 unidad del receptor, MWI210 Procesador de la interface  
GPS, Loran - C y opciones de viento de RDF están disponibles.

*Antenas*

PTU

Antena fija RB21 UHF

Antena fija RM21 UHF

Antena portátil CG25 UHF

Fija y portátil GPS, antena Loran – C.

### **3.1.2 Mínimos requerimientos del Software.**

Sistema Operativo.	Windows 2000 Profesional (SP2) Sistema de apoyo previo Windows NT y NT 4.0. terminal del servidor (SP6)
Sistema de Sondeo	Software Standard Gráficas (opcional) Mensajes STANAG (opcional)



Software de sistema de recuperación.

Software del telemando.

### **3.1.3 Telemetría.**

Rango de frecuencia.	400 .... 406 Mhz
Tipo de Modulación	FM
Antena UHF	Direccional, estado sólido
Rango de la telemetría	Mínimo 200 Km.
Frecuencia Automático	
Dirección de la antena automática	

### **3.1.4 Dimensión del PTU**

Proporción	Según la radiosonda en ciclos 0.5 a 2.5 s
Transmisión	Digital RS92, Análogo RS90 y RS80

### **3.1.5 Viento GPS**

Antena local GPS	Omnidireccional
Número de satélites	Todos en la vista
Sincronización	Automático
Downlink	GFSK y FSK disponible
Detección de señal	Digital

### **3.1.6 Vientos Loran - C**

Antena Loran – C	3.0 m
Sincronización	Automática

### **3.1.7 Requisitos del medio ambiente**

#### Equipo del interior

Operando con una Temperatura	0 ..... 35°C
Operando con una Humedad	10 ..... 90%
Almacenando una temperatura	- 40.... +65°C
Almacenando humedad	5..... 95 %

#### Equipo al aire libre

Operando con una Temperatura	- 40.....+55 °C
Operando con una Humedad	0...100%
Operando con una velocidad de viento	0..... 65 m/s
Operando con una precipitación	Limitado
Almacenando temperatura	-50..... +100°C
Almacenando Humedad	0...100%

El Digicora III cuenta con un principio de funcionamiento para medir las variables meteorológicas (presión, Temperatura, humedad relativa, dirección y velocidad de viento y en algunos casos niveles de radiación solar), el cual permite mediante la conexión con un sistema satelital transmitir las señales medidas por un determinado número de sensores alojados en un sonda que van midiendo las variables meteorológicas mientras la sonda hace progresivamente en la atmósfera; las señales electrónicas que se van produciendo por estas mediciones son transmitidas a tierra y recibidas mediante antenas (GPS y UHF) las cuales se describirán con mayor detalle mas adelante; la antena GPS nos permite recibir las señales de velocidad y dirección de viento, mientras que la UHF recibe las señales de Presión Barométrica, Temperatura Absoluta, Humedad relativa.

### **3.2 ANTENA UHF**

La antena de UHF se usa para recibir las señales de la radiosonda a una frecuencia de 400...406 MHz. Hay en el mercado tres antenas optativas disponibles para el sistema de sondeo MW.

#### **3.2.1 RECEPTOR DE LA RADIOSONDA UHF**

El receptor de la radiosonda consiste en dos módulos: la radio de UHF y el procesador del receptor. El propósito del procesador del receptor son dos cosas. Manejar los mandos de la radio como arriba / abajo de la sintonía (tuning), las frecuencias automáticas (Afc) y la dirección de la antena. Por otro lado es capaz de procesar las señales entrantes de la radiosonda y calcular lo que llamó PTU crudo, valora que se pase a su vez, a la unidad del procesador principal para el cómputo final.

#### **3.2.2 Funciones Del Receptor**

El funcionamiento del receptor es controlado por el procesador del receptor (UPP) que ejecuta órdenes recibidas a través del puerto serial de la consola. El procesador del receptor usa un microprocesador para el rastreo automático de la frecuencia de la radiosonda durante el lanzamiento y vuelo. También controla la antena direccional que hace innecesario la presencia del operador durante el sondeo.

Las teclas de mando del operador están en el tablero delantero del DigiCORA III. Las señales recibidas pueden supervisarse por un altavoz. La frecuencia, la potencia de la señal e indicaciones de control de la antena se pueden visualizar en el display.

### **3.3 Funciones PTU**

El procesador de mando para la radio (UPP) incluye un catador (valuador) de PTU para convertir las señales de la radiosonda en valores meteorológicos que representan presión, temperatura y humedad relativa. La forma de conversión es determinada por la proporción de la información transmitida por la radiosonda.

El catador de PTU colecta frecuencias de prueba del filtro de PTU. Las muestras de cada elemento del sensor se convierten en cantidades meteorológicas. En el cómputo, se toman en cuenta los coeficientes de calibración de la radiosonda y valores de chequeo de superficie.

Los datos de PTU se procesan en el procesador del receptor, manteniendo primero el análisis de los datos obtenidos a nivel de superficie. Los valores meteorológicos computados se transmiten en forma digital a través de un puerto serial a la unidad del procesador principal.

### **3.4 LOCALIZACIÓN DE VIENTOS POR GPS**

#### **3.4.1 Antena de GPS**

El sistema de antena GPS está diseñado para la recepción de las señales de los satélites de NAVSTAR. Estas señales son centradas a una frecuencia de 1575.42 MHz. El se puede utilizar para estaciones equipadas con el sistema de localización de vientos GPS. La antena filtra, amplifica y transfiere las señales a la unidad de navegación para procesarlas.

El módulo activo de la antena GPS consiste de un módulo en la antena, de frecuencia LI (frecuencia determinada) integrado con un filtro de rechazo de interferencia interior y un amplificador de ruido bajo (LNA). El elemento es adjunto dentro de una cúpula protectora de la antena con un montaje fijo a la

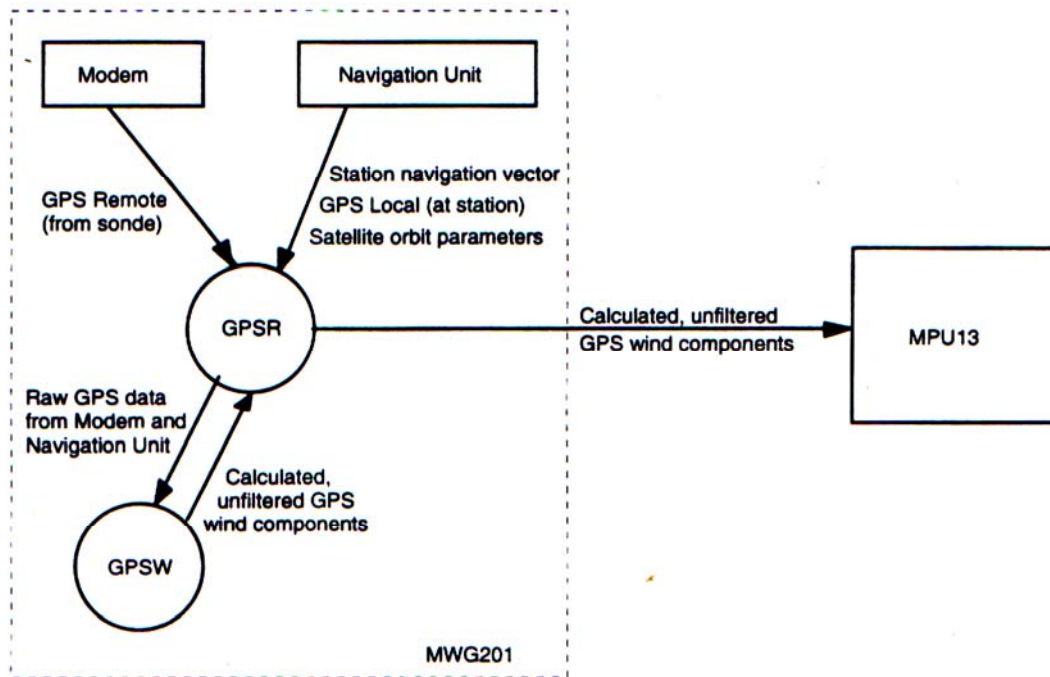
base. Un solo conector N lleva ambas señales GPS a la unidad de Navegación y los 5 voltios de alimentación para el LNA.

El elemento radiador y el preamplificador están contenidos en una cúpula de plástico protectora en la antena de forma redonda hermética que esta montada encima del poste de la antena a 1,5 metros desde la base.

### **3.4.2 *Determinación la Velocidad del Viento por GPS***

Para determinar la velocidad del viento se utiliza un módem el cual recibe los datos remotos de GPS de la radiosonda. La unidad de navegación guarda huella del tiempo del GPS, la localización de la estación y la velocidad así mismo, mantiene la conexión con los satélites de GPS necesarios para las correcciones de la diferencial (vea la figura 14).

El hardware limita el tiempo real más crítico del software GPSR ejecutado en la tarjeta MWG201. Este software controla los periféricos de la tarjeta, recoge todos los datos necesarios para los cálculos de los GPS y los procesa desde el módem y la unidad de navegación. El módulo GPSW (vientos) calcula los niveles de las componentes del viento crudo fuera del GPS proporcionados por el software de GPSR. (Figura N° 11)



**FIGURA N° 11** Proceso simplificado del viento GPS en MPU13

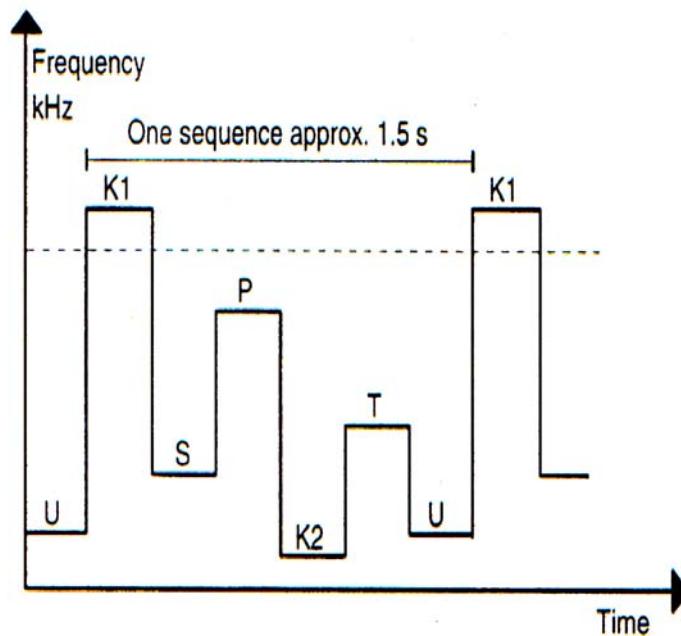
### 3.5 GROUND CHECK (GC):

El Kit concite en una cámara de aluminio y un termómetro montado en una armazón de metal de aproximadamente de 90 mm y un ancho de 221mm, la cámara contiene un desecante (zeolitas) que produce una humedad relativa de 0%, para checar la temperatura su referencia es leída en el termómetro que tiene un rango de 0 a 50 °C. el color del desecante es de color azul cuando esta en buenas condiciones y cuando absorbe la humedad con el tiempo se cambia a un color gris. Cuando el 15% del desecante es azul el este debe ser reemplazado.



medir el valor de los sensores de P, T y el de U así como la temperatura interior del sensor de presión S. El K1 y K2 producen las frecuencias constantes.

Las observaciones del viento utilizan señales del radionavegador. La señal Loran-C y VLF (cuando se usa) es recibida por una antena atada al cordón entre la radiosonda y el globo. Se agregan señales de la navegación al PTU midiendo señales antes de la modulación. Las señales de GPS son detectadas por el módulo GPS 111 y la detección de datos de vientos son enviados en formato digital. Los datos son FSK modulados sobre la portadora. (Figura N° 13)

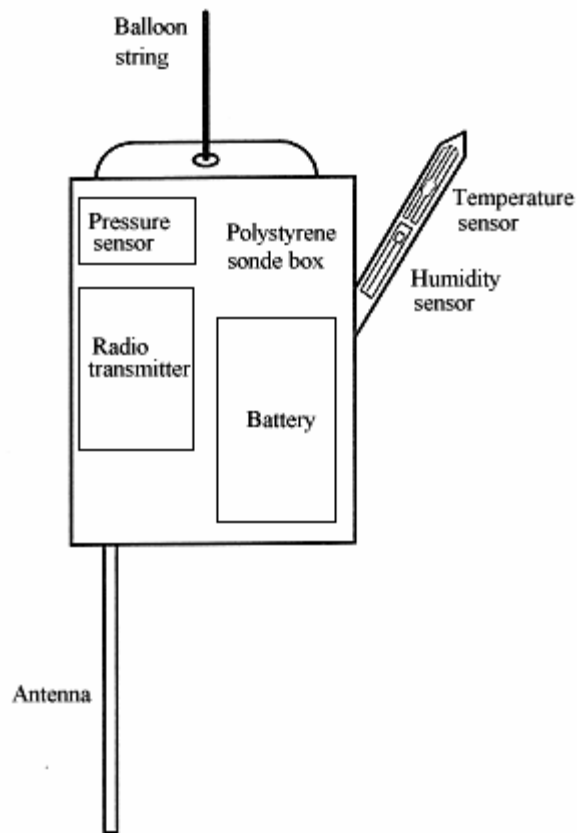


**FIGURA N° 13** Secuencia De Medición De La Radiosonda

Las radiosondas de Vaisala RS80 ofrecen observaciones económicas conjuntamente con un alto rendimiento y exactitud. La familia de productos de la radiosonda RS80 han demostrado capacidad superior de recepción, exactitud y calidad total en las comparaciones internacionales de las radiosondas dispuestas por la WMO (Organización Mundial de Meteorología). Las radiosondas RS80 toleran el transporte, el almacenaje y el buen uso de la información en campo. Es pequeña y ligera. El diseño rugoso, el uso de globos



pequeños y el amarre de la cadena de la suspensión de la radiosonda permite los lanzamientos de un operador incluso en situaciones de vientos fuertes, así reduciendo al mínimo el número del personal implicado. La familia de productos RS80 incluye una variedad de opciones de localización de vientos (incluyendo GPS), radioactividad y sondeo de ozono así como modelos de solo PTU. Las frecuencias de la transmisión del RS80 están en los 400,15 - 406 megaciclos o de 1668-1700 megaciclos, banda de ayuda meteorológica. Los transmisores de libre-oscilación y controlador de cristal están disponibles comercialmente. (Figura N° 14)



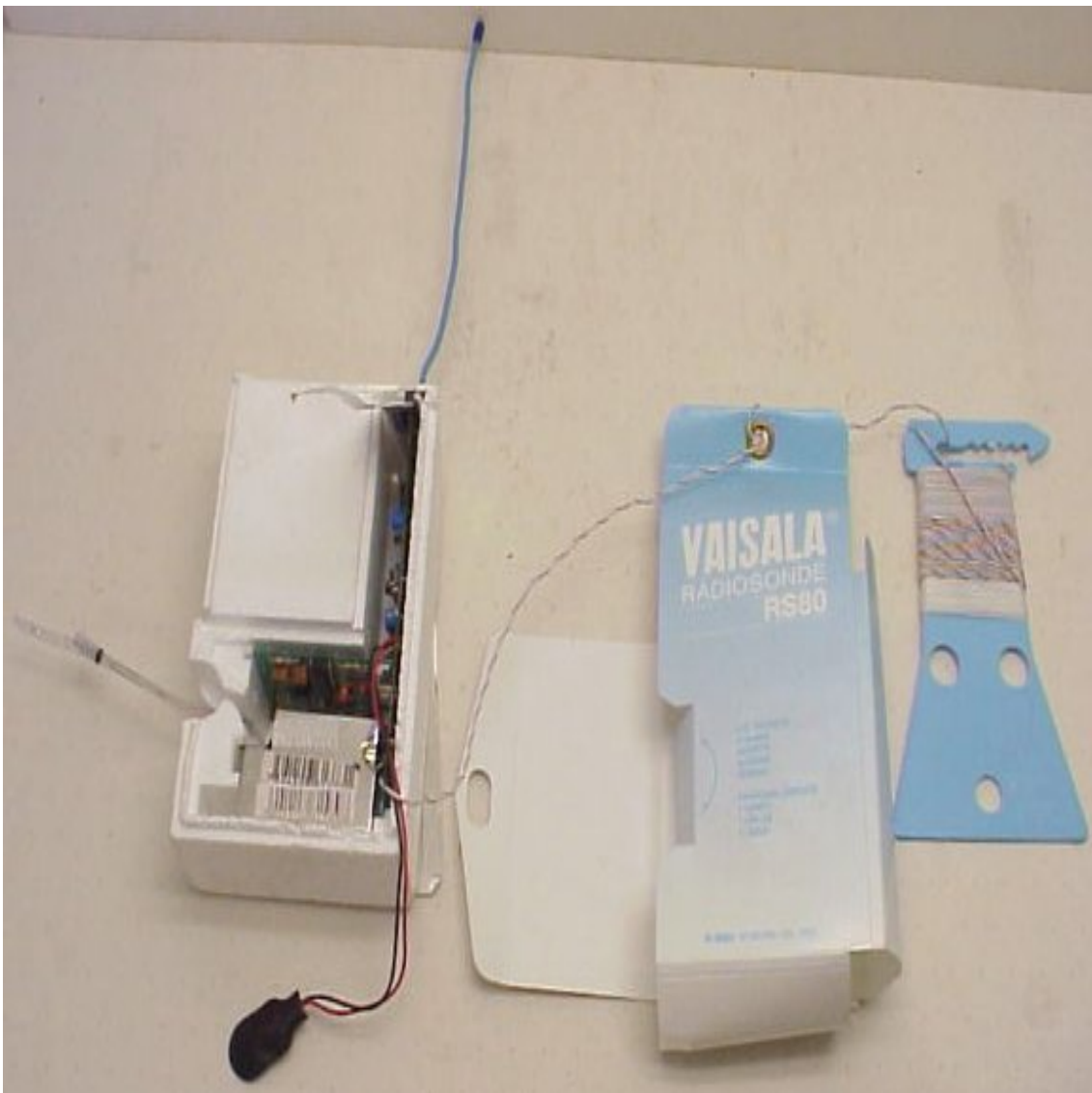
**FIGURA N° 14** Modelos De la Radiosonda RS-80

La radiosonda RS-80 15G esta equipada con un oscilador de 403 megaciclos con localizador de vientos GPS.

La radiosonda RS80-15GH esta equipada con un oscilador de 403 megaciclos y con un sensor de humedad H-HUMICAP

La radiosonda RS-80 30 GE esta equipada con un oscilador de cristal de 403 megaciclos, realiza mediciones de PTU a 1kHz y esta equipada con una interfase para sensores especiales (ozono y radioactividad).

Se muestra una fotografía de una radiosonda RS-80. (Figura N° 15)



**FIGURA N° 15** Fotografía de una radiosonda RS-80

### **3.7 El cómputo del viento se hace en el equipo de tierra.**

El receptor de GPS que recibe las frecuencias de la rotación del portador de las mediciones de la radiosonda usan una técnica codéeles (sin código) única de la detección y medición. Las rotaciones de mediciones Doppler son una combinación del movimiento del satélite y de la radiosonda y contienen la información necesaria para el cómputo de la velocidad y dirección del viento. Las mediciones de la frecuencia de Doppler de hasta 8 satélites se envían al equipo de tierra usando una conexión digital baja de banda ancha (1200 baudios).

El equipo de tierra (DigiCORA III) computa la velocidad y la dirección del viento usando el concepto de GPS diferencial. Las mediciones locales de la rotación de Doppler de la fase del portador a los satélites, se obtienen de un sistema de alta calidad de 12 canales GPS. Las mediciones lejanas y locales de Doppler junto con las de efemérides del tiempo y del satélite de GPS forman la información en bruto básica para el cómputo del viento.

Los nuevos componentes sin filtrar independientes, de la velocidad y de los vectores filtrados del viento, proporcionan un índice de actualización de la señal de 2 hertzios. La filtración se requiere para el retiro del péndulo de la radiosonda que es la característica dominante en los 0,5 segundos, de los niveles sin procesar del vector de la velocidad. La exactitud de la localización de vientos es muy buena incluso en el caso, donde se utiliza una estación móvil de sondeo. La degradación leve en la exactitud de la medición es principalmente debido a la SA (disponibilidad selectiva).

### **3.8 Construidas Para La Automatización**

Las radiosondas de RS 80 se pueden utilizar con una variedad de sistemas de tierra. Cuando se está utilizando con sistemas de recepción automáticos, la recepción de la señal, la informática, la generación del mensaje y la

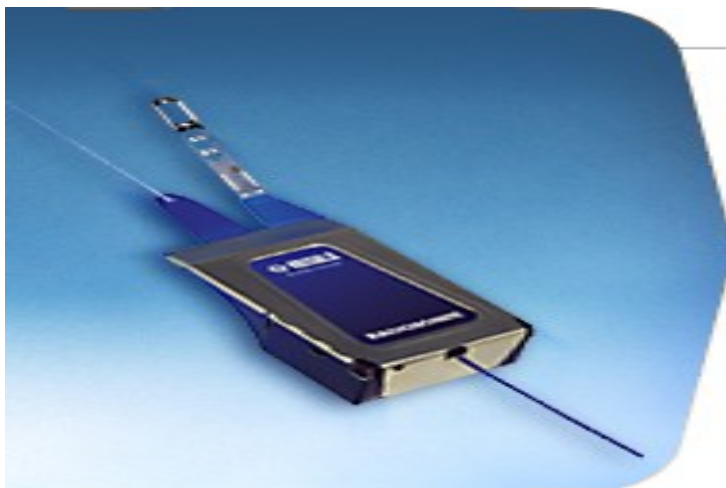
transmisión pueden ser completamente automáticas. La RS80 hace posible la automatización total de una estación de mediciones superiores en la vertical con el sistema de AUTOSONDA de Vaisala. Con los modelos de RS 80 la automatización total de una estación de altitudes superiores es posible con el sistema de Vaisala AUTOSONDA.

### **3.9 Consecuencias para el medio ambiente y seguridad**

La radiosonda RS80 reduce al mínimo las consecuencias para el medio ambiente. La batería es activada con agua y no causa ningún peligro para el medio ambiente, tiene un diseño de estado sólido que consiste de placas capacitivas contenidas dentro de una cápsula, protegida contra la humedad y el polvo. No necesita ajustes mecánicos. La construcción del sensor está libre de fricción para una medición continua de la variable sin desviaciones. El sensor de temperatura THERM OCAP es un grano capacitivo pequeño encapsulado en un cristal. Tiene un tratamiento repelente del agua y una metalización de las superficies que aseguran la sensibilidad mínima a la radiación y el funcionamiento excelente en la lluvia. El HUMICAP es un sensor capacitivo de la humedad de película fina con buena estabilidad a largo plazo y respuesta confiable incluso en bajas temperaturas y después de la exposición del globo a la condensación. Un interruptor electrónico de estado sólido conecta cada uno de los sensores alternadamente con el elemento electrónico transductor. Todos los parámetros se miden en aproximadamente intervalos de 1,5 segundos.

### **3.10 Radiosondas RS-90**

Las radiosondas RS 90 son una familia de Vaisala, es la radiosonda de alto rendimiento del mercado en sistemas superiores de la observación del aire. La RS 90 incorpora el nuevo sensor de respuesta rápida a la medición de temperatura, humedad y presión (PTU). (Figura N° 16)



**FIGURA N° 16** Fotografía de una radiosonda RS-90

### **3.11 LA RADIOSONDA DE NUEVO DISEÑO**

#### **3.11.1 Sensores optimizados y electrónicos**

Para proporcionar la calidad de datos de red uniforme, todas las radiosondas de RS 90 se equipan con el mismo tipo de sensores de presión, temperatura y humedad, y del elemento electrónico transductor (medición de PTU). Todos los sensores se diseñan y se desarrollan específicamente para el uso de la radiosonda. La familia de la radiosonda RS90 se diseña para incluir modelos con el transmisor de 400 megaciclos y de 1680 megaciclos así como Loran-C y el GPS en la localización de vientos. Esto asegura la compatibilidad de la conexión con los equipos de tierra de Vaisala y de radiofrecuencia existentes, definidos por las autoridades nacionales donde se operan.

### **3.12      SENSORES MÁS RÁPIDOS CON UN ÍNDICE DE PRUEBA DE UN SEGUNDO**

#### **3.12.1      Resolución vertical mejorada**

El sensor de temperatura y humedad se colocan en una parte de la que se extiende hacia fuera y sobre el cuerpo de la radiosonda. Así, el muestreo del sensor encuentra primero el aire durante la subida de la radiosonda, aire tranquilo que es muestreado. El muestreo continuo da mediciones más confiables de cada una de las variables cada segundo.

### **3.13      UNA RADIOSONDA ECOLOGICA**

#### **3.13.1      Uso De Materiales Ambientalmente Degradables.**

La familia de la radiosonda RS 90 introduce un nuevo paso de progresión hacia mejores observaciones superiores ambientalmente cómodas del aire. El styrofoam, es un material comúnmente usado como aislante en las cubiertas de la radiosonda, es substituido por una cartulina y placa de acero, que son degradables. La batería es activada en agua y no contiene sustancias tóxicas. Proporciona una fuente de alimentación fácil de utilizar, y confiable, que también es confiable para la operación automática.

#### **3.13.2      SENSOR DE TEMPERATURA RAPIDO F THERMOCAP**

##### *Corrección Solar Insignificante De La Radiación*

El nuevo sensor de temperatura es un alambre fino que tiene un tiempo de reacción más rápido. El diámetro pequeño junto con la capa metálica altamente reflexiva hace las correcciones de la radiación de la onda larga solar y muy pequeña. La capa hermética de cristal, garantiza la estabilidad e insensibilidad a largo plazo a la humedad.

### **3.13.3 SENSOR DE LA HUMEDAD H-HUMICAP DESCONGELADO POR SI MISMO**

Con el principio del sensor de doble calentamiento, y el nuevo polímero la exactitud de la medición de la humedad es mejorada basada en este principio. Los nuevos sensores son cada vez más pequeños, exactos y rápidos. Para reducir el escarchado, los dos sensores de la humedad funcionan en dos fases: una fase de medición seguida siempre por un calentamiento y otra fase de recuperación. Mientras que un sensor se utiliza para la medición, el otro sensor se calienta y se recupera con las condiciones ambientales. El ensamble del sensor proporciona una ventilación libre y el efecto de la radiación solar es minimizado. (Figura N° 17)



**FIGURA N° 17** Sensor de Doble Calentamiento

### **3.13.4 SENSOR DE LA PRESIÓN DE SILICON MICRO-MACHINED BAROCAP**

*A Prueba De Choques y Exacto*

El sensor de presión es un sensor de silicón microscópico. El sensor se diseña específicamente para el uso de la radiosonda, teniendo un rango dinámico excelente encima del perfil de temperatura de un sondeo. El nuevo barocap ofrece tolerancia excelente a los choques mecánicos y termales.

### **3.14 Radiosonda RS 90-A Para La Medición De PTU**

La radiosonda RS 90-A es el modelo que solo hace mediciones de PTU de las radiosondas RS 90, ofrece un muestreo continuo con una lectura de medición por segundo. Esto significa una resolución vertical mejorada.

### **Conexión De Bajo Costo De La Telemetría**

El RS90-A proporciona una conexión de telemetría de 400 megaciclos, que satisface los requerimientos de las autoridades nacionales de la frecuencia en la mayoría de los países donde se opera.



#### **4. PROCEDIMIENTOS DE MANEJO DE DIGICORA III**

##### **4.1 PROCEDIMIENTO PARA LA CONFIGURACIÓN DE LA ESTACIÓN METEOROLOGICA DE SUPERFICIE "MAWS" VAISALA.**

Como se indica a continuación es necesario cubrir los pasos que se enlistan con el propósito de operar adecuadamente un Digicora III:

- a) Conexión y posicionamiento de la estación meteorológica de superficie y las antenas UHF Y GPS en el lugar definitivo desde el cual se vayan a estar generando los datos que serán usados en el radiosondeo, además de la interconexión de todos los componentes del sistema (digiCORA III, Lap-Top con base de expansión, lector de cintas, cable de audio, cables tomacorriente, cable MW35123, cable RG213/U (GPS) y cable RARC13 (UHF)), según el diagrama de interconexión del manual de usuario que se presenta mas adelante en este capítulo .
- b) Encendido de la Lap-Top con el botón de encendido que está del lado derecho de la base de expansión que tiene la leyenda "POWER".
- c) Presionar simultáneamente las teclas CTRL + ALT + DEL para iniciar una sesión de trabajo en la Lap-Top.
- d) Sin escribir ninguna contraseña, se da click en <OK>.
- e) Una vez que se haya iniciado la sesión de trabajo en la Lap-Top, se conecta la batería de la estación de superficie que está ubicada dentro de la interfase de conexiones. Para lo cual se tiene que desatornillar primeramente el cilindro de aluminio que cubre la interfase de conexiones de la estación, enseguida se remueve la cubierta plástica que tiene un tornillo al frente para acceder a la batería. Una vez que la batería ha sido conectada, se tiene que conectar también el eliminador de baterías a la

estación de superficie en el conector de la parte superior marcado con la letra C y la leyenda SOLAR, con el cual se recarga la batería.

- f) El siguiente paso es conectar la estación de superficie desde el puerto "COM O" con la base de expansión de la Lap-top en el único puerto COM que presenta y que está en su parte posterior, mediante el cable o extensión correspondiente.
- g) A continuación se pulsa en el icono de acceso directo de nombre "MAWS 1" o "MAWS 2" del escritorio de la Lap-Top, el cual abrirá el programa "Hyperterminal" con el cual se procederá a configurar la estación de superficie.
- h) Estando dentro del programa "Hyperterminal", se verifica la correcta conexión y el estado de la estación de superficie presionando tres veces la tecla "0" lo cual desplegará la fecha, la hora, el nombre de la estación y los datos instantáneos de las variables meteorológicas que son verificados. Como se observa, todos estos datos son incorrectos, por lo cual se procederá a corregirlos accediendo a la memoria de la estación de superficie.
- i) Para entrar a la memoria de la estación, se escribe la palabra "open" seguido de un "enter", desde el teclado, cabe mencionar que estas letras no serán visualizadas en la línea de comandos en la cual está posicionado el cursor.
- j) Con el fin de verificar si ya estamos dentro de la memoria de la estación, escribimos desde el teclado el comando "help" seguido de un "enter", el cual desplegará la lista de comandos para configurar la estación de superficie. En caso de que no se visualice la lista de comandos, significa que no hemos accedido correctamente a la memoria de la estación de superficie, por lo cual se tendrá que repetir el paso anterior.

- k) Una vez que ya se haya visualizado la lista de comandos, se identificarán los comandos (time, sname, altitude, pslevel y winddircal0) los cuales serán corregidos.
- l) La secuencia que se debe seguir para ejecutar cada comando es similar para todos, es decir, se debe escribir en la línea de comandos donde aparece el cursor, la palabra "help" seguida de un espacio y a continuación el comando del dato que se vaya a corregir (todo en minúsculas) seguido de un "enter". Con esta acción se desplegará la sintaxis en que deben ser tecleados los valores de los datos a corregir. Cuando ya se tenga a la vista la sintaxis de cada comando, a continuación en primer lugar se escribe el nombre del comando seguido de un espacio y el o los valores necesarios para configurar el valor, seguido de un "enter" para corregir el valor del dato en la memoria de la estación de superficie.
- m) Procederemos a configurar la fecha de la estación con el comando "time", el nombre de la estación con el comando "sname", la altitud respecto al nivel del mar del sitio en el que se encuentre la estación de superficie con el comando "altitude", la altura respecto al nivel del suelo del sensor de presión que se encuentra ubicado en la base de la tablilla de interconexión de la estación de superficie, con el comando "pslevel", además de la dirección respecto al norte de la veleta de la estación de superficie la cual se obtendrá por comparación directa con la brújula con el comando "winddircal0".
- n) Una vez que han sido corregidos todos los datos, se procede a cerrar la memoria de la estación de superficie para que se empiecen a generar los datos correctos. Para hacer esto se tiene que teclear la palabra "close" seguido de un "enter" en la línea de comandos donde aparece el cursor.
- o) Con el fin de verificar que se está fuera de la memoria de la estación, se pueden teclear tres "0", aunque los datos de fecha hora y nombre de estación sean los correctos, los valores que aparezcan en los datos de las variables meteorológicas pueden ser incorrectos todavía, por los cual

simplemente se tiene que esperar "1" minuto a que se actualicen y se desplieguen automáticamente los datos generados por la estación de superficie. Finalmente se verifica que todos los datos que se despliegan sean los correctos, en caso contrario se tiene que repetir el procedimiento desde el inciso ( i ) hasta el ( n ) hasta que se desplieguen todos los valores correctos de los datos requeridos.

p) Como último paso se puede minimizar la ventana del programa Hypertérminal para tener los datos disponibles cuando se requieran.

NOTA: Una vez iniciada la sesión de trabajo en la Lap-Top , NO se desconectara ningún cable

#### **4.2 PROCEDIMIENTO PARA LA CONFIGURACIÓN DEL SOFTWARE DIGICORA III.**

a) Una vez iniciada la sesión en la Lap-Top, se ejecuta el programa "DigiCORA III" pulsando dos veces el icono de acceso directo que aparece en el escritorio.

b) A continuación se pulsa el comando "Tools" que aparece en la barra de herramientas en la parte superior de la ventana. El siguiente comando que se pulsa dentro de la ventana que se despliega es "Station Settings" el cual abrirá otra ventana donde se pulsará el comando "Station Position". A continuación el sistema automáticamente entrará en un proceso para establecer la ubicación de la antena GPS. Dicho proceso puede durar hasta 15 minutos, en seguida continuamos con el punto siguiente.

c) Mientras se está desarrollando el proceso anterior, en esta misma ventana se verifica que en la sección "Lat/deg" esté marcada la letra "N" y en la sección "Long/deg" esté marcada la letra "W" y que también esté marcado el campo "Automátic Long/Lat" con una paloma y el campo "Station position is fixed" con un punto. Enseguida se introduce el valor de altitud en el campo correspondiente, que tenga el sitio geográfico en donde se esté

realizando el radiosondeo. También en la sección "WMO Station", se verifica que en el campo con la leyenda "Name", aparezca el nombre de la estación de lo contrario se asigna el nombre del sitio de radiosondeo correspondiente que puede ser "CD. PEMEX, CÁRDENAS o BELLOTE". A continuación en el campo con la leyenda "Block Number" se introduce en el primer recuadro el número "4" dejando el siguiente recuadro con el valor de "0". En el campo con la leyenda "WMO Reg" se deja el valor de "0" en su recuadro.

- d) Una vez que se hayan verificado los campos anteriores solo resta esperar a que el sistema asigne los valores de Latitud y Longitud correspondientes a la antena GPS, los cuales aparecerán en los campos que habían estado inactivos antes de tener la posición correcta. Y como paso final se pulsa el botón de <OK> para completar el proceso.
- e) Enseguida se continúa con el Procedimiento para la operación del equipo de radiosondeo "digiCORA" III.

#### **4.3 PROCEDIMIENTO PARA LA OPERACIÓN DEL EQUIPO DE RADIOSONDEO "DIGICORA" III.**

- a) Una vez iniciada la sesión en la Lap-Top, si no se ha ejecutado aún el programa "digiCORA III" se abre pulsando dos veces el icono de acceso directo que aparece en el escritorio.
- b) Se pulsa el botón <New Sounding> que aparece en la parte izquierda de la ventana.
- c) Esperamos a que aparezca la ventana donde se pide que se introduzca la cinta de la sonda que será lanzada.

d) Antes de pasar la cinta de la sonda por el lector, se sumerge en agua la batería de la sonda un mínimo de 4 minutos. Transcurrido este tiempo se conecta esta batería a la sonda que será lanzada.

e) Enseguida se verifica la telemetría, pulsando la ventana correspondiente a la telemetría, que aparece del lado izquierdo de la pantalla, y en seguida se oprime el botón <Find>.

Nota: En caso de que se realice un radiosondeo en tres sitios cercanos, se realizara el siguiente punto.

En la ventana donde aparece AFC ON cambiar por TRAK ON y en la radiosonda se movera la frecuencia con un desarmador antiestático, posteriormente SWEEP y enseguida FIND.

f) A continuación se verifica en esta misma ventana de telemetría que en la sección "Antenna" aparezca la opción "AutoDir", de lo contrario se abre el match code y se elige esta opción, también se verifica que en la sección "Controls" aparezca en el recuadro superior izquierdo la opción "AFC ON", en el recuadro superior derecho, la opción "Asweep off", en el recuadro inferior izquierdo la opción "FM wide" y en el recuadro inferior derecho la opción "PTU to audio", de lo contrario se abre el match code correspondiente y se elige esta opción.

Notese que hay momento de ajustar la frecuencia no exista alguna otra frecuencia cercana, de lo contrario se tomara un criterio de subir o bajar la frecuencia para no interferir con la ya existente y provocar errores.

g) Una vez revisada la telemetría, nos regresamos a la ventana en donde se nos pide que se introduzca la cinta de la radiosonda y realizamos esta acción introduciendo la cinta perforada de la radiosonda en el lector de cintas. Para identificar que no exista ningún error en este proceso, se verifica en el lector que no se encienda el LED rojo con la leyenda "Error" y que solo esté encendido el LED indicador de "Ready".

- h) Hecho este proceso, automáticamente se abrirá una ventana, en la cual debemos seleccionar el tipo de sonda que será lanzada. Se pulsa el match code que existe en la ventana para la selección de sondas y escogemos en nuestro caso la sonda RS80-15G, enseguida pulsamos <Next> para continuar.
- i) En la siguiente ventana que aparece se seleccionan los dos tipos de investigación que permite la sonda que son el PTU para presión, temperatura y humedad, además de WIND que es para el viento, enseguida pulsamos <Next> para continuar.
- j) La siguiente ventana debe contener ya los valores de la Latitud y Longitud que fueron configurados con el Procedimiento de inicialización y configuración regional del "digiCORA III" además del valor de Altitud de la estación, por lo cual solo se da click en <Next> para continuar.
- k) En la nueva ventana se selecciona la opción "Automatic" y se da click en <Next> para continuar.
- l) Realizando el paso anterior, automáticamente se despliega la ventana de telemetría para lo cual tenemos que repetir el paso (e) y (f) de este procedimiento para continuar.
- m) En seguida, se selecciona ventana correspondiente al Ground Check, que es la primera que aparece del lado izquierdo de la pantalla, verificamos que esté marcada la opción "Perform GC" y se da click en <Next> para continuar.
- n) A continuación se introducen los valores en forma manual de la sonda, para las variables presión y temperatura que tomaremos de la estación de superficie, la temperatura será la que nos indique el Ground Check al igual que la humedad, la cual por cierto debe ser cero, ya que el sensor está dentro del

contenedor con zeolitas de este elemento, hecho esto, se da click en <Next> para continuar.

- o) Enseguida aparecerá una ventana en la cual sólo se verifica que los factores de corrección de la presión, temperatura y humedad, no excedan en más de una unidad los valores que registra la sonda, los cuales aparecen del lado derecho de la ventana, " y se da click en <Next> para continuar. En caso de que excedan la unidad, se repite el Ground Check y si se presentan nuevamente estas diferencias se cambia la sonda y se reinicia el procedimiento para la operación del equipo de radiosondeo "digiCORA III".
- p) Una vez concluido el Ground Check, la siguiente ventana estará en espera de que la sonda sea lanzada con el globo. Para lo cual se puede verificar antes de lanzar la sonda que ésta ubique por lo menos cuatro satélites.
- q) Hasta este momento es cuando se infla el globo con helio y se le amarra la sonda, para enseguida realizar su lanzamiento.
- r) Cuando la sonda se lanza y el radiosonda empieza a detectar cambios en la presión atmosférica, automáticamente se abrirá la ventana en donde se tienen que introducir los valores de presión atmosférica, temperatura, humedad relativa, dirección y velocidad del viento, de la estación de superficie. Una vez que se introduzcan los valores en los campos correspondientes se pulsa el botón <Next> para continuar.
- s) Enseguida se abrirá una ventana de observaciones de superficie, a la cual no se le introducen valores y sólo se pulsa el botón <Next> para continuar.
- t) La ventana siguiente nos desplegará el mensaje que nos indica que el vuelo de la sonda está en progreso.



- u) Cuando se quiera terminar con el sondeo, se tendrá que pulsar el botón "Cmd F2" que aparece en la parte superior izquierda de la ventana, lo cual requerirá una segunda confirmación para detener el sondeo. En forma automática abrirá una ventana llamada "Archiving sounding" donde se tendrá que marcar la opción "Archive" para almacenar solo este tipo de datos del sondeo, cabe aclarar que el software "digiCORA III" le asigna automáticamente un nombre a todos los sondeos realizados y estos archivos se pueden visualizar en el "Archive Manager". Enseguida se pulsa el botón <Next> para continuar.
- v) Hasta entonces se dará por terminado el sondeo.

#### **4.4 PROCEDIMIENTO PARA CAMBIAR EL FORMATO DE LOS ARCHIVOS DE DATOS GENERADOS POR EL DIGICORA III A FORMATO ASCII.**

- a) Crear en " C " una carpeta con el nombre del sitio donde se efectuara el radiosondeo.
- b) Una vez que se ha terminado con el sondeo, el software automáticamente cerrará todas las ventanas y nos ubicará en la ventana raíz del software digiCORA III, en donde aparecerá en la parte izquierda de esta ventana un botón con la leyenda "Archive Manager" el cual se pulsa para abrir la ventana del mismo nombre.
- c) En esta ventana, se selecciona el archivo al cual se le quiera cambiar de formato pulsando sobre su nombre el botón derecho del mouse, con esta acción se abrirá una ventana con diversos comandos de los cuales el que seleccionaremos es el de nombre "Export", a su vez éste desplegará otra ventana con otros comandos y el que pulsaremos es el de nombre "Convert" el cual a continuación desplegará una ventana de nombre "Select Datatable".

- d) Estando en la ventana "Select Datatable", seleccionamos la opción "EDT" que contiene toda la lista de variables y datos que nos interesa cambiar de formato, a continuación a la derecha de esta opción se encuentra el botón "ASCII".
  
- e) En la ventana que aparece se elige la carpeta donde se quiera almacenar el archivo con el nuevo formato, en nuestro caso esta carpeta se encuentra en la ruta " C:\Carpeta creada con el nombre del sitio", a continuación se escribe el nombre que deseamos asignar al archivo en el campo correspondiente, en nuestro caso para mayor comodidad el nombre que se asignará seguirá el formato " estación (M1,M2 o M3), año (YY), mes (MM), día (DD), hora (HH)" teniendo a manera de ejemplo el nombre "M202031214", y como último paso se pulsa el botón "Save" para guardar el archivo ya bajo el formato ASCII.
  
- f) Se cierran todas las ventanas y se puede verificar a continuación la existencia del archivo ya con el nuevo formato, abriendo el programa Windows NT Explorer, posteriormente se ubica la carpeta Sondeos con el nombre del sitio en donde debe aparecer el archivo con el nombre que le hayamos asignado.

NOTA: Se recomienda que la Lap-Top se apague con el botón que se encuentra en el lado derecho del teclado, para evitar cualquier tipo de problemas cuando sean desconectados tanto la estación de superficie como los cables del "digiCORA III".

#### **4.5 PROCEDIMIENTO PARA LA TRANSFERENCIA Y RESPALDO DE INFORMACIÓN EN "CD".**

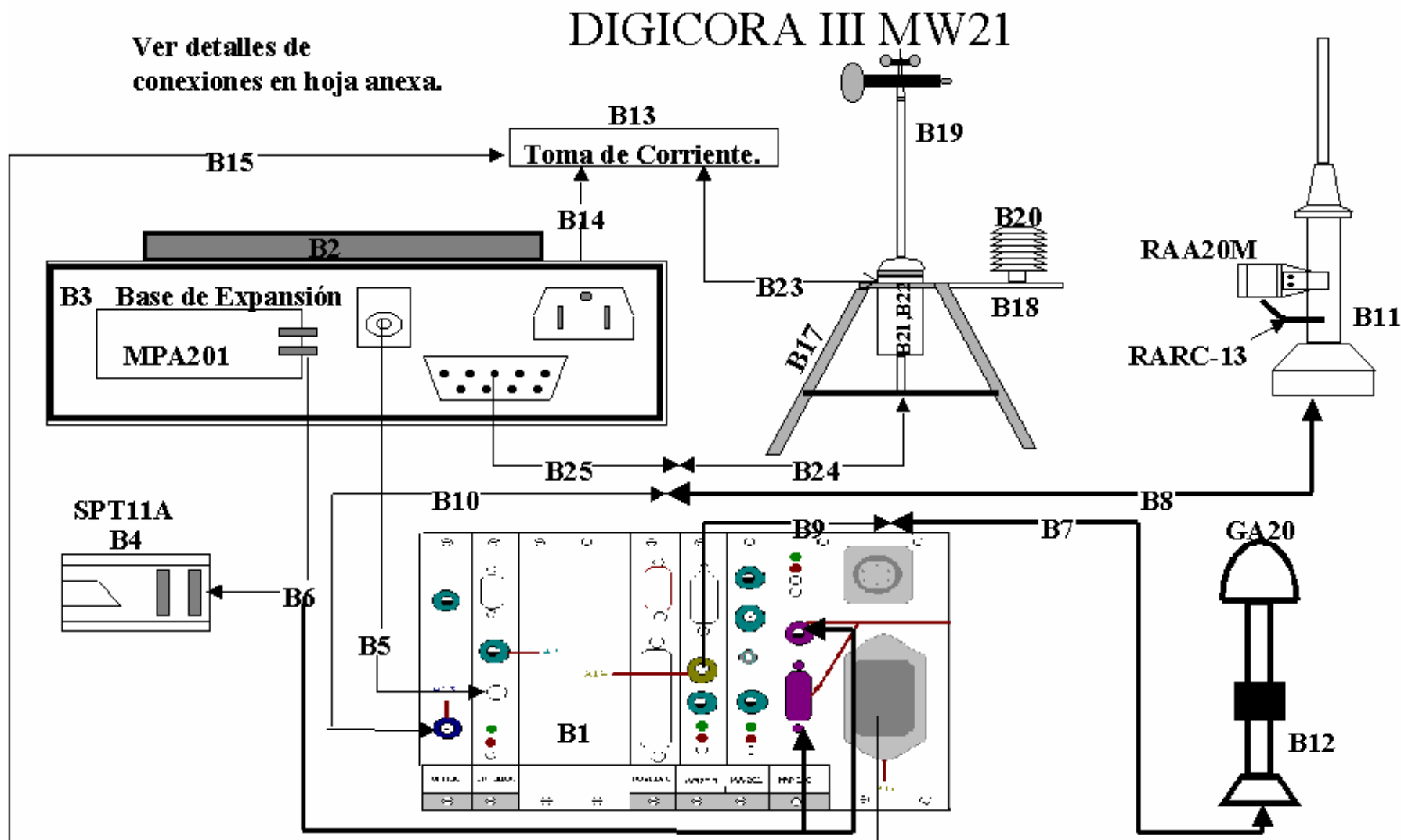
- a) Se verifica que estén creadas las carpetas donde se encuentran los sondeos y que estos se encuentren completos.

- b) La Lap-Top del digiCORA III "A" se ocupara para crear una carpeta con el nombre de la región en el que se llevaron acabo los radiosondeos , aquí se guardaran los datos de la campaña.
  
- c) Utilizando el cable " Null Modem " lo conectamos en el puerto COM de la digiCORAIII "A" y el otro extremo en la otra Lap-Top.
  
- d) Nos dirigimos al programa pcANYWHERE 32 que se encuentra en programas y damos click en pcANYWHERE en las dos Lap-Top para abrirlos.
  
- e) En la barra de herramientas de la Lap-Top "A", presionamos el icono de CONTROL REMOTO, posteriormente en la parte inferior presionamos con botón derecho del mouse el icono de DIRECTA.
  
- f) Nos dirigiremos a propiedades el cual despliega una ventana y en el icono de INFORMACIÓN DE CONEXIÓN seleccionamos el COM1.
  
- g) Nos dirigiremos a DETALLES, en el cual se despliega datos que deben encontrarse de la siguiente forma. VELOCIDAD 115 200 , PARIDAD ninguna, CONTROL DE FLUJO ninguna, INICIADA POR detección deportadora ( DCD ) , TERMINADA POR detección deportadora ( DCD ), presionamos APLICAR y posteriormente OK, OK, y ya para este momento queda configurada la Lap-Top "A".
  
- h) En la Lap-Top "B", en la barra de herramientas se presiona el icono SER PC HOST , posteriormente en la parte inferior presionamos con botón derecho del mause el icono de DIRECTA., a partir de este momento repetimos el procedimiento " f y g " de los incisos anteriores.

- i) Para que las dos Lap-Top se conecten se le da doble click en DIRECTA en ambas.
- j) En la Lap-Top "A" Remoto, en la barra de tareas presionamos el icono de TRANSFERENCIA DE DATOS ( el icono son dos flechas alrededor de una hoja ).
- k) Despliega una pantalla con los archivos de las dos computadoras, en el interior del cuadro aparece una flecha verde ( debajo de remoto y host ) , dandole doble click hasta llegar a "C".
- l) En el recuadro que aparece debajo de REMOTO, con un doble click se abre la carpeta donde se van a guardar los datos.
- m) En el recuadro que aparece debajo de HOST, seleccionamos la carpeta o archivo que vamos a transferir y le damos ENVIAR.
- n) Aparece una ventana y nos dirigimos al botón EMPEZAR TRANSFERENCIA DE ARCHIVOS, en la cual indica de donde es la carpeta y hacia donde la va a enviar, para comenzar le damos ACEPTAR y cuando termina de transferir le damos nuevamente ACEPTAR.
- o) Le damos click al icono CONTROL REMOTO, donde nos va a preguntar si queremos terminar la sesión y le damos si, en la otra computadora lo cerramos.
- p) Introducimos un CD el cual se va a quemar la información y le damos en CREATE CD que se encuentra en escritorio.
- q) Aparecerá una pantalla en la que le damos un click en DATA CD.

- r) EN la pantalla que aparece, seleccionamos "C" del lado izquierdo y del lado derecho la(s) carpeta(s) y presionamos ADD (símbolo rojo de suma), si son mas de una carpeta volvemos a darle en ADD.
  
- s) Ya que se selecciono la(s) carpeta(s) le damos en CREATE CD (símbolo de punto rojo) .
  
- t) En la pantalla que aparece CD CREATER SETUP seleccionamos el número de copias seguido de un OK.
  
- u) Para finalizar cerramos el programa.

4.6 DIAGRAMA DE CONEXIONES DEL DIGICORA III Y LA ESTACIÓN METEOROLOGICA DE SUPERFICIE "MAWS" VAISALA.



**4.7 CHECK LIST.**

DESC. DEL EQUIPO Y COMPONENTES	CLAVE	SAL.IMP	LLEG. AL SITIO	REG.IMP	OBSERVACIONES
DIGICORA III B					
RADIO RECEPTOR	B1				
LAP-TOP	B2				
BASE DE EXPANSIÓN	B3				
LECTOR DE CINTA	B4				
CABLE DE AUDIO	B5				
CABLE MW335123	B6				
CABLE RARC13(GPS)	B7				
CABLE RARC13(UHF)	B8				
CABLE CONECTOR GA45005V(GPS)	B9				
CABLE CONECTOR RVG21(UHF)	B10				
ANTENA UHF	B11				
ANTENA GPS	B12				
UPS	B13				
TOMA CORRIENTE (B.E.)	B14				
TOMA CORRIENTE (R.RE.)	B15				
GROUND CHEKC	B16				
ESTACION DE SUPERFICIE					
TRIPIE	B17				
BRAZO CON SENSOR DE TEM. Y HUMEDAD	B18				
TUBO CON SENSOR DE WS, WD	B19				
SENSOR DE TEMPERATURA Y HUMEDAD	B20				
SENSOR DE PRESIÓN	B21				
BATERIA INTERNA (E. S.)	B22				
ADAPTADOR Ó TOMA CORRIENTE	B23				
CABLE DE INTERFASE	B24				
EXTENSION DE INTERFASE	B25				
RADIO SONDAS	B26				
GLOBOS	B27				

HERRAMIENTA	CLAVE	SAL.IMP	LLEG. AL SITIO	REG.IM P	OBSERVACIONES
MANOMETRO Y MANGUERA	B1				
ABRAZADERAS	B2				
EXTENSIÓN TOMACORRIENTE	B3				
MULTICONTACTO	B4				
DESARMADOR DE PLANO	B5				
DESARMADOR ANTIESTÁTICO	B6				
DESARMADOR DE CRUZ	B7				
PINZAS DE MECÁNICO	B8				
PINZAS DE PUNTA	B9				
PINZAS DE CORTE	B10				
NIVEL	B11				
BRUJULA	B12				
LLAVE "ALLEN" 5/32	B13				
PERICO	B14				
LÁMPARA (CON PILAS)	B15				
CUTTER	B16				
CARRETE DE HILO	B17				
CINTA CANELA	B18				
CINTA DE AISLAR	B19				
CINA DE TUBERÍA PLATEADA	B20				
LAZO	B21				
FLEXOMETRO	B22				
CAUTÍN , SOLDADURA Y PASTA	B23				
FRANELA	B24				
GIS	B25				
BLOCK DE NOTAS	B26				
TEFLON	B27				
KIT DE ESTACIÓN DE SUPERFICIE	B28				



#### 4.8 HOJA ANEXA DE CONEXIONES DIGICORA III.

CLAVE	SALIDA	ENTRADA
B-14	BASE DE EXPANCIÓN	TOMA DE CORRIENTE
B-15	DIGICORA III MW21	TOMA DE CORRIENTE
B-23	ESTACION DE SUPERFICIE (MAWS)	TOMA DE CORRIENTE
B-24 , B-25	ESTACION DE SUPERFICIE VISUALIZACION DE DATOS (PUERTO COMO) CON CONEXIÓN A EXTENSIÓN INTERFASE (A-25)	BASE DE EXPANCIÓN
B-6	BASE DE EXPANCIÓN	DIGICORA III MW21 Y LECTOR DE CINTA (SPT11A)
B-7, B-9	ANTENA GPS	DIGICORA III MW21
B-8, B-10	ANTENA UHF	DIGICORA III MW21
B-5	BASE DE EXPANCIÓN	DIGICORA III

#### 4.9 PROCEDIMIENTO PARA EL LLENADO DE GLOBOS CON SONDA METEOROLOGICA.

*El llenado de globos para el lanzamiento de sondas meteorológicas monitoreadas por radiosondeo es esencial para una exitosa ascensión de la sonda.*

- a) El sitio de lanzamiento debe ser un lugar cercano al de la ubicación de la radiosonda con el fin de que el operador pueda comunicarse y observar el lanzamiento de la sonda.

- b) Asegúrese que el globo no se infle preferentemente en algún edificio donde se localicen efectos sonoros debido a riesgos relacionados con el manejo de gases.
  
- c) El área de llenado de globos puede ser dentro de un cuarto o al intemperie y deberá tener una superficie suficientemente grande para las maniobras de llenado y lanzamiento.
  
- d) En caso de mucho viento se recomienda que el globo se llene teniendo cuidado que el bamboleo del mismo no toque superficies puntiagudas u otros objetos que lo pueda dañar o en su defecto el llenado se recomienda hacer dentro de un cuarto en condiciones despejadas.
  
- e) La boquilla de llenado del cilindro debe conectarse con tierra a través de una varilla metálica enterrada al suelo y permanentemente conectado a un sistema de tierra o alguna construcción con contacto de tierra física.
  
- f) Puesto que el llenado de globos puede ser por medio de hidrogeno o helio, el primero mezclado con el aire es inflamable y deberá tener cuidado en su manejo procurando evitar chispas, o fuego en el área, por lo que es recomendable trabajarlo con mucha precaución.
  
- g) El volumen de gas para que se usará para el llenado de globos se debe regir por el siguiente criterio: cuando un globo es llenado con helio ó hidrógeno este deberá de ser capaz de levantar en 10cm. a partir de la superficie de la tierra u otra referencia un peso equivalente a 700 gramos lo que indicará que una vez cumplida esta condición podrá lanzarse el globo.

#### **4.10 PROCEDIMIENTO PARA LA SUJECIÓN DE LA SONDA AL GLOBO Y SU LANZAMIENTO.**

- a) Una vez llenado el globo con el volumen de gas adecuado se procede a fijar la sonda efectuando un doble en la terminal del globo por donde se inserta la parte dentada del dispositivo de plástico que apuntará hacia la superficie de la tierra y que soporta la sonda por medio de un cordel.
  
- b) Paso posterior se selecciona el momento en que el viento esté en su menor movimiento, es decir que el globo tenga el menor efecto de bamboleo y en este momento se suelta, cumpliendo previamente con las recomendaciones sugeridas por el proveedor en las que indica que la superficie de lanzamiento deberá estar libre de obstáculos en 30m.de radio y a una altura de 30m.

#### **4.11 INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD PARA OPERADORES DE LA RADIOSONDA.**

Para ser empleado dentro del panorama en el llenado del globos y el departamento de sondeo

- a) No fumar o exponer la radiosonda al fuego o flama desnuda.
  
- b) Si es posible, evite ropa de nylon u otro tejido sintético para evitar la inducción de cargas estáticas.
  
- c) Usar lentes de protección.
  
- d) Regularmente verifique el tubo de gas para el empalme seguro al cilindro de gas o boquilla del generador y a la boquilla de llenado del globo.

- e) Prevenga goteos de gas en el cobertizo al interrumpir el llenado del globo para reemplazar el cilindro de gas.
- f) Nunca utilice un globo remendado.
- g) Si una fuga se desarrolla en el globo durante el inflado, no permita que salga gas fuera del cobertizo. En cambio, suelte el globo defectuoso sin carga. **No** es aconsejable desinflar el globo incluso fuera o cerca del cobertizo.
- h) No toque el globo con las manos desnudas excepto cuando lo sostenga por el cuello. Use guantes de algodón suave.
- i) Asegúrese de que no haya ningún objeto puntiagudo en el cobertizo, ni lo toque con las uñas o ganchos, bisagras, candados, etc., es peligroso cuando se está llenando el globo. La película del globo es de solo 0.05 a 0.1 mm de espesor en el lanzamiento, el golpeo más ligero podría causar un prematuro o incluso un inmediato estallido del globo en el cobertizo.
- j) Mantenga las puertas del cobertizo cerradas mientras el globo es inflado sobre todo si es un día ventoso. A pesar de esto asegúrese que el cobertizo es una propiedad ventilada.
- k) No permita la entrada a ninguna persona externa (extraña) al cobertizo mientras el generador de hidrogeno o helio este en funcionamiento o el llenado del globo se este llevando a cabo.
- l) Asegúrese que todas las herramientas y otros implementos que no sean los esenciales para el llenado del globo estén lejos del cobertizo.

m) Nuevo operador, estudie las instrucciones cuidadosamente para el uso del generador de hidrogeno o helio para la forma correcta del llenado de los globos.

**4.12 FORMATO DE LLENADO DE GLOBO, SUJECIÓN DE SONDA Y SU LANZAMIENTO.**

Fecha \_\_\_\_\_

Lugar del lanzamiento \_\_\_\_\_

<b>PASO</b>	<b>CONTROL</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

COMENTARIOS DE LA TAREA.

Ejecutó:

Revisó

## **5. PROCEDIMIENTOS ESTABLECIDOS DE UNA CAMPAÑAS DE RADIOSONDEO**

### **5.1 PROCESO O METODOLOGÍA DESARROLLADA PARA PROPORCIONAR LOS SERVICIOS DE RADIOSONDEO**

Como paso preliminar dentro de la administración de los proyectos o servicios que aquí se desarrollan en el Instituto Mexicano del Petróleo, se ha establecido la visita periódica a los posibles clientes que requieren de este servicio con el propósito de anticipar sus requerimientos en esta materia, un siguiente paso con los clientes interesados es tener algunas platicas preliminares al la solicitud de servicio para identificar en términos generales los requerimientos de este servicio, para dar paso al proceso establecido y denominado como **solicitud de servicio** el cual se expone a continuación, tomando en cuenta que todo esto deberá estar debidamente documentado en una bitácora, además deberá abrirse un expediente de cada servicio en el cual deberá estar debidamente foliado cada uno de los documentos que se vayan generando a lo largo del proyecto, de igual forma deberá integrarse un directorio de todas las personas relacionadas con este servicio en donde se incluya teléfonos, correo electrónico, cargo o puesto y horarios de trabajo.

#### **5.1.1 Solicitud de servicio de una campaña de Radiosondeo.**

Los pasos que se deberán seguir para este primer punto son los siguientes:

- (a) Atender la solicitud de un servicio expresado: Telefónicamente, vía correo o personalmente mediante el llenado del formato No 1.
- (b) Elaborar lista de tareas y programación, estimar cualitativamente los requerimientos en materia de H/H, equipos y materiales, así como los hitos de este servicio.

- (c) Estimar cuantitativamente los recursos requeridos en las partidas presupuestales 1000,2000, 3000 u otras.
- (d) Identificar con toda la claridad y detalle la especificación de los productos o entregables del servicio requeridos.
- (e) Elaborar y presentar la propuesta **preliminar** la cual deberá contener: objetivo y alcance del servicio, característica del producto, programación de las actividades por desarrollar, logística, hitos del servicio, lista de materiales requeridos, lista de equipo utilizado, características del personal participante y notas aclaratorias por parte del laboratorio para realizar el servicio.
- (f) Ajustes a la propuesta preliminar por modificaciones.
- (g) Negociar la falta del elemento PEP para la solicitud del servicio.
- (h) Presentar cotización al cliente para autorización del servicio.
- (i) Notificar al líder de proyecto la autorización.
- (j) Celebrar reunión con el líder de proyecto para acordar la coordinación de la campaña.

Debido a que estos servicio se pueden efectuar con el apoyo o participación de pasantes de las carreras de ingeniería, el Laboratorio de Calibración ha contado con autorización para efectuar convenios de colaboración con la Universidad Nacional Autónoma de México (FES Aragón) con quien ha venido celebrando diferentes convenios con el propósito de reducir costos de operación y simultáneamente permitirles a los pasantes participar en proyectos de investigación llevados a cabo en laboratorio y campo por lo

que a continuación se indica en el segundo punto los pasos establecidos en el proceso para este trámite:

**5.1.2 Actualización, trámite y seguimiento del convenio entre el IMP y la UNAM.**

- (a) Definir nombres de los estudiantes elegidos para participar en la campaña explicándoles los compromisos, objetivos por alcanzar, las normas que se deberán cubrir durante la campaña así como la logística de la misma.
- (b) Entrevista con el representante del jurídico para poner en antecedente la solicitud para la elaboración del convenio y las condiciones del mismo con el propósito de precisar los términos legales del anexo e incluirlos en el oficio de solicitud de elaboración del convenio por parte del jurídico del IMP.
- (c) Entrevista con el abogado de la FES para informarle de la elaboración del convenio en los términos que el jurídico del IMP ha considerado incluir, con el propósito de estar de acuerdo en los términos legales de este asunto y evitar las modificaciones extremas en este documento por falta de acuerdos.
- (d) Elaborar el anexo del convenio, es un documento en donde se establece específicamente las tareas a las que se compromete a participar el estudiante así como los derechos y obligaciones de ambas instituciones, también se incluye los montos económicos asignados a los estudiantes para sus viáticos en su estancia en campo durante la campaña, dichos montos están basados en el sistema SAP en donde se cuenta con tarifas por regiones de México.



- (e) Trámite y seguimiento al convenio considerando sus etapas que deberán seguir como son: monto del pago asignado y fecha en que se entregaran los recursos a los estudiantes por parte de del área administrativa de la FES Aragón así como la fecha establecida en el convenio para este pago. Validación del convenio por parte del abogado general de la UNAM, recabado de las firmas de este documento y posibles modificaciones al mismo.
  
- (f) Verificar la asignación de recursos económicos del convenio para cumplir con los requerimientos establecidos por el jurídico y contar con el apartado del monto del dinero acordado en dicho convenio o en su defecto consultar con el líder de proyecto para la gestión de este dinero y ponerlo en el sistema SAP.

### **5.1.3 Comunicación con los responsables de los sitios y trámite de los permisos correspondientes.**

Debido a que los proyectos o servicios de radiosondeos necesariamente se tienen que efectuar en campo, es un requerimiento indispensable efectuar la negociación de los permisos en los sitios elegidos por el experto en coordinación con los responsables de los mismos para poder efectuar este trabajo, explicando para este caso la razón de esta campaña, las condiciones de trabajo, la duración, el número de personas participantes, los horarios de trabajo y los requerimientos del espacio de trabajo, así como de los de energía eléctrica, espacio de almacenamiento de equipos y materiales como a continuación se señala en el proceso que se ha establecido para la realización de un servicio de esta naturaleza:

- a) Establecer comunicación con los responsables de los sitios seleccionados para el radiosondeo con el propósito de negociar la estancia de trabajo y delimitar los objetivos de la campaña y los requerimientos de nuestra parte

en materia de espacio, energía eléctrica, áreas de lanzamiento, medidas de seguridad, etc.

- b) Efectuar visita de inspección obligada por cada sitio.
- c) Elaborar solicitudes de permisos para la estancia en los sitios antes señalados.
- d) Confirmar las condiciones de comunicación en los sitios durante la campaña.
- e) Llenado de los formatos en donde se registraran las condiciones visualizadas en cada sitio (la razón de la elección de los sitios).

#### **5.1.4 Análisis de los sitios elegidos para monitorear.**

- (a) Elaborar formato de análisis ( ver anexo del formato).
- (b) Establecer distancias entre sitios para establecer la logística de operación durante la campaña.
- (c) Establecer altitudes de los sitio.
- (d) Establecer el sistema de comunicación que se empleará entre sitios durante la campaña.

## 5.2 FORMATO DE OPERACIÓN SEGURA

**NOTA: ES UN REQUISITO INDISPENSABLE RECABAR LA INFORMACIÓN QUE CONTIENE ESTE FORMATO PARA CADA SITIO DE MONITOREO AL EFECTUAR CUALQUIER CAMPAÑA DE RADIOSONDEO.**

### **SELECCIÓN DE LA REGIÓN DE LA CAMPAÑA. (ESPECIALISTA)**

- CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LOS SITIOS:

---

- RAZÓN DE LA ZONA SELECCIONADA:

---

- UBICACIÓN EN MAPA DEL SITIO:

(si) \_\_\_\_\_ (no) \_\_\_\_\_

- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL LUGAR:

---

### **SITIO ESPECÍFICO DE MONITOREO. (LABORATORIO)**

#### **REFERENCIAS FÍSICAS DEL SITIO DE MONITOREO SELECCIONADO:**

- COORDENADAS Y OTRAS REFERENCIAS DEL SITIO SELECCIONADO.

---

- REFERENCIAS EN MAPAS CARTOGRÁFICOS. \_\_\_\_\_

---

- OROGRAFÍA E HIDROGRAFÍA DE LA ZONA \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- DEFINIR EL TIPO DE ZONA: HABITADA BOScosa INDUSTRIAL  
MONTAÑOSA, PLANICIE, PANTANOSA, PASTIZALES, VALLE. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- DISTANCIAS DE OBSTÁCULOS MAS CERCANOS AL SITIO. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**RIESGOS EN EL SITIO:**

- RIESGOS POTENCIALES IDENTIFICADOS PARA EL PERSONAL  
\_\_\_\_\_
- VANDALISMO EN LA ZONA.  
\_\_\_\_\_
- TERRENO ACCIDENTADO.  
\_\_\_\_\_
- LÍNEAS O TORRES DE ALTA TENSIÓN CERCANAS AL SITIO.  
\_\_\_\_\_
- ZONAS CERCANAS DE COMBUSTIÓN.  
\_\_\_\_\_
- EXPOSICIÓN DE LOS EQUIPOS CONTRA LA LLUVIA, SOL , AIRE O  
ESFUERZOS MECÁNICOS, OTROS:  
\_\_\_\_\_

**IDENTIFICACIÓN DE SERVICIOS EXISTENTES EN EL SITIO**

**SELECCIONADO:**

- CARRETERA EN CONDICIONES: BUENA, REGULA ,PÉSIMA. O TERRACERÍA.

\_\_\_\_\_

- CAMINOS: BRECHA

\_\_\_\_\_

- TELÉFONO DE LARGA DISTANCIA, LOCAL

\_\_\_\_\_

- SANITARIOS.

\_\_\_\_\_

- ENERGÍA ELÉCTRICA.

\_\_\_\_\_

- HOTELES O CASAS DE HUESPEDES.

\_\_\_\_\_

- RESTAURANTES, FONDAS O SIMILARES.

\_\_\_\_\_

- TALLERES MECÁNICOS, ELÉCTRICOS Y VULCANIZADORAS.

\_\_\_\_\_

- MEDICOS, CENTROS DE SALUD.

\_\_\_\_\_

- BANCOS

\_\_\_\_\_

- TIENDAS.

---

- TLAPALERÍAS.

---

- REFACCIONARIAS

---

**TIPO DE ALIMENTACIÓN ELECTRICA:**

- PUBLICA.

---

- PARTICULAR.

---

- CUENTA CON SWITCH.

---

- CUENTA CON CENTRO DE CARGA.

---

- SE CONECTARÁ CON SISTEMA ENERGIZADO O DESENERGIZADO.

---

- CAPACIDAD DISPONIBLE DE CARGA.

---

- CUENTA CON, O SIN SISTEMA DE TIERRA.

---

- FACTIBILIDAD DE INSTALAR UN SISTEMA DE TIERRA PROVISIONAL.

\_\_\_\_\_

- DISTANCIA ENTRE LA CARGA Y LA ACOMETIDA.

\_\_\_\_\_

- CONDICIONES FÍSICAS DE LA TRAYECTORIA DEL ALIMENTADOR

\_\_\_\_\_

- TIPO DE NEGOCIACIÓN PARA EL PAGO DE LA ENERGÍA QUE SE USARÁ.

\_\_\_\_\_

- EL ALIMENTADOR SERÁ FIJO O MOVIL.

\_\_\_\_\_

- AVERIGUAR SI EXISTEN CORTES DE ENERGÍA FRECUENTES Y DE QUE TIEMPO \_\_\_\_\_

- IDENTIFICAR SI EL SISTEMA ES MONOFÁSICO, BIFÁSICO O TRIFÁSICO.

\_\_\_\_\_

- AVERIGUAR SI HAY OSCILACIONES DE VOLTAJE Y SU MAGNITUD APROXIMADA. \_\_\_\_\_

- GRADO DE SEGURIDAD EN EL SITIO PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL ALIMENTADOR.

\_\_\_\_\_

- REQUERIMIENTO DE UNA FUENTE DE ENERGIA ELÉCTRICA PORTATIL.

\_\_\_\_\_

**IDENTIFICACIÓN DE CONDICIONES PARA ALMACENAR CILINDROS DE HELIO:**

- IDENTIFICACIÓN DEL SITIO.

\_\_\_\_\_

- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SITIO (AREA CERRADA O ABIERTA).

\_\_\_\_\_

- MEDIDAS DE SEGURIDAD REQUERIDAS PARA MANIOBRAS.

\_\_\_\_\_

- ÁREAS DE COMBUSTIÓN CERCANAS.

\_\_\_\_\_

- TIPO DE NEGOCIACIÓN Y PERMISOS PARA EL ALMACENAMIENTO.

\_\_\_\_\_

- DISTANCIAS DEL ALMACEN A LOS PUNTOS DE MONITOREO.

\_\_\_\_\_

- FORMA DE TRANSPORTE DE LOS CILINDROS AL SITIO.

\_\_\_\_\_

**ASIGNACIÓN DE LAS TAREAS**

- RESPONSABLE DE LA CAMPAÑA( FORMATO DE REPORTES).

\_\_\_\_\_

- RESPONSABLE DE SOLICITUD DE VEHICULOS.

\_\_\_\_\_



- RESPONSABLE DE LOS VEHICULOS.

\_\_\_\_\_

- RESPONSABLE DE ELABORAR COMISIONES.

\_\_\_\_\_

- RESPONSABLE DEL MONITOREO METEOROLÓGICO.

\_\_\_\_\_

- RESPONSABLE DE OTROS MONITOREOS.

\_\_\_\_\_

- RESPONSABLE DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

\_\_\_\_\_

- RESPONSABLE DE EMBARQUE DE EQUIPOS.

\_\_\_\_\_

- RESPONSABLE DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS RADIOSONDAS.

\_\_\_\_\_

- RESPONSABLE DE LOS EQUIPOS.

\_\_\_\_\_

***MATERIALES Y HERRAMIENTAS REQUERIDOS:***

- PAPELERÍA Y CONSUMIBLES DE COMPUTO.

\_\_\_\_\_

- CONEXIONES Y MANÓMETROS REQUERIDOS.

\_\_\_\_\_

- HERRAMIENTAS Y ACCESORIOS INDISPENSABLES.

---

- PERIFERICOS Y REFACCIONES.

---

***PRESENTACIÓN DE PLANES DE TRABAJO:***

- ENTREGA DE PLANES DE TRABAJO ESPECÍFICO DE CADA PERSONA.

---

- PROCEDIMIENTOS QUE APLIQUEN.

---

- HITOS PERSONALES.

---

- PRESENTACIÓN DE FORMATOS DE REPORTES DE CADA TAREA.

---

**ESTIMACIÓN DE RIESGOS**

***ANÁLISIS DE RIESGOS Y PREVISIONES:***

- MONTO Y TIPO DE GASTOS IMPREVISTOS.

---

**EJECUCIÓN Y CONTROL DE LAS ACTIVIDADES**

***CONTROL DE ACTIVIDADES***

- FORMATOS DE CONTROL DE AVANCE DE TAREAS.

---

- REPORTE DE FALLAS.

---

- FORMATO COMPARATIVO PLANEADO/EJECUTADO.

---

- FORMATO DE CONTROL DE MATERIALES.

---

- FORMATO DE CONTROL DE GASTOS IMPREVISTOS.

---

- FORMATO DE RESULTADOS DE PRUEBAS.

---

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS QUE SE USARAN (PARA LLENADO EN EL LABORATORIO)

- **VOLTAJES DE OPERACIÓN EN CA O CD.**

---

- **% DE TOLERANCIAS EN LOS VOLTAJES.**

---

- **CORRIENTES DEMANDADAS (POTENCIAS).**

---

- **MÁXIMAS TEMPERATURAS DE OPERACIÓN.**

---

- **MÁXIMO % DE HUMEDAD QUE SOPORTA EL EQUIPO.**
- 

**Basándose en los formatos existentes preparación del equipo y materiales.**

- (a) Inventariar equipo y componentes.
- (b) Elaborar lista de materiales y componentes faltantes.
- (c) Elaborar hojas de control de equipo.
- (d) Identificar la forma de embarque.
- (e) Fechas de traslado a los sitios donde se efectuara la campaña.

La capacitación es uno de los aspectos considerados dentro de los sistemas de calidad por lo que en nuestra metodología esta implantado el proceso de capacitación obligatoria como se indica en el siguiente punto:

### **5.3 Capacitación para el manejo del Digicoras III a los nuevos estudiantes.**

- (a) Capacitación por parte del proveedor en el caso requerido y en acuerdo con el proveedor.
- (b) Elaborar procedimiento y croquis general para conexión de equipos, configuración de la estación Maws, procedimiento de arranque del Digicora III, proceso de sondeo y cambio de formato de archivos.
- (c) Prueba de campo (IMP) y en tres sitios distintos.
- (d) Programa periódico de capacitación para los participantes.
- (e) Trámite de reconocimientos por parte de Rossbach de México

### **5.3.1 Desarrollar procedimiento y el centro de comunicación para la campaña.**

- (a) Definir el sitio como centro de comunicación de cada sitio.
- (b) Verificar las alternativas de comunicación de cada sitio.
- (c) Elaborar procedimiento de comunicación.

### **5.3.2 Asignación del personal en cada sitio de monitoreo y sus responsabilidades.**

- (a) Formalizar en un documento y con firmas de aceptación la asignación del sitio de cada persona.
- (b) Asignación de responsabilidades.

### **5.3.3 Plan de seguridad**

- (a) Durante el viaje (ida y regreso).
- (b) Durante la estancia en campaña.
- (c) Durante el sondeo

### **5.3.4 Control de equipo y materiales.**

- a) Elaborar formato de control.
- b) El llenado del formato será a la salida del laboratorio, a la llegada a cada sitio, al regreso de cada sitio y al llegar al laboratorio.
- c) Transportación de los materiales y equipos al sitio.
- d) Itinerario de viaje.
- e) Recomendaciones de operación en cada sitio.
- f) Material faltante (cable, conectores, guantes, botas).
- g) Trámite de comisiones.
- h) Fecha de revisión de preparativos de la campaña.
- i) Presentación de los planes de trabajo.
- j) Disposición de recursos

### **5.3.5 CONDICIONES TÉCNICAS REQUERIDAS:**

DISTANCIA MÍNIMA REQUERIDA ENTRE LOS SITIOS DE MONITOREO

#### **PROGRAMACIÓN DE LA CAMPAÑA (HITOS):**

- FECHA DE RECONOCIMIENTO DEL SITIO
- FECHAS DE COMPRAS DE GAS
- PERIODO DE MONITOREO
- HORARIOS DE TARAS DEFINIDAS
- HORARIOS DE LANZAMIENTO DE SONDAS
- FECHAS DE TRAMITE DE VEHICULOS
- APROBACIÓN DE PLANES DE TRABAJO

### **5.4 EXPERENCIA DE UN RADIOSONDEO EN CAMPO**

#### **Solicitud de servicio de una campaña de Radiosondeo.**

Los pasos que se deberán seguir para este primer punto son los siguientes:

⇒ Atender la solicitud de un servicio expresado: Telefónicamente, vía correo o personalmente mediante el llenado del formato No 1.

Se tiene establecido por procedimiento efectuar visitas periódicas a los clientes potenciales para identificar la probabilidad de dar servicios estimando sus alcances y objetivos generales, con el propósito de mantenernos preparados para dar un servicio de esta naturaleza. A manera

de ejemplo y Bajo este procedimiento ya se tenia detectado los requerimientos del servicio de Radiosondeo a la Termo Eléctrica de Petacalco Guerrero ya que fuimos invitados a algunas reuniones en las oficinas administrativas sede de la Comisión Federal de Electricidad; por lo que se mantuvo una comunicación pertinente para efectuar todo tipo de ofertas de este servicio y conocer a fondo los requerimientos del mismo. Habiéndose precisado los requerimientos para tres campañas de Radiosondeo en la termo Electrica de Petacalco Guerrero, se procedió a presentarles una oferta de servicio en donde se incluye fechas de ejecución de cada campaña, periodos de ejecución, horarios de lanzamientos y sitio específico de sondeos, en este documento se incluye costo de servicio y algunas condiciones de operación. Para lo cual se anexa copia de ña solicitud de servicio o contrato del mismo.



## INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO

SOLICITUD DE SERVICIOS		Número de Solicitud:			
<b>Dependencia Solicitante:</b>	LABORATORIO DE CALIDAD DEL AIRE	<b>Fecha de solicitud:</b>	28-ENERO-2004	<b>Fecha estimada Requerimiento:</b>	16-FEB-2004
<b>Centro de Costos:</b>	1001	<b>Solicitante:</b> Nombre, firma Extensión & e-mail	AUTORIZACION M.C. CARLOS MANDUJANO MEJIA Ext. 8493 Cmanduja@imp.mx		
<b>Elemento PEP:</b>	F.21120.02.004				
<b>Dependencia Ejecutante:</b>	LABORATORIO DE CALIBRACION	<b>Ejecutante:</b> Nombre, firma Extensión & e-mail	RECEPCION DEL SERVICIO ING. ROBERTO CORTES  Ext. 8513		
<b>Descripción del Servicio:</b>	FAVOR DE REALIZAR EL RADIOSONDEO EN LA ZONA DE PETACALCO GUERRERO DURANTE UN PERIODO DE 15 DIAS, CONSIDERANDO 2 LANZAMIENTOS POR DIA ( 6 AM Y 6 PM).				
<b>Requiere Cotización</b>	<input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/> SI				
<b>El servicio tiene precio unitario</b>	<input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> SI				
<b>Detalle de la Cotización:</b>	CARACTERISTICAS TECNICAS			COMENTARIOS	
<b>Fecha estimada de entrega:</b>		<b>Fecha real de entrega:</b>			
<b>IMPORTE de la transferencia del costo:</b>	S	<b>Proyecto de Apoyo</b>			
	<b>Letra:</b>	<b>Centro de Costos</b>			
		<b>Número(s) de documento(s) contabilizado(s):</b>			

PARA SER LLENADO POR EL SOLICITANTE

PARA USO EXCLUSIVO DEL EJECUTANTE



⇒ Elaborar lista de tareas y programación, estimar cualitativamente los requerimientos en materia de H/H, equipos y materiales, así como los hitos de este servicio.

Una vez que se obtuvo la información precisa del servicio requerido y las condiciones técnicas y de logística se procede a efectuar unas reuniones con las personas candidatas a participar en estos trabajos y los acuerdos de las tareas que se tendrán que ejecutar en campo, como consecuencia de estas reuniones se procede a armar el proyecto de servicio de donde surgen la lista de tareas y la programación de estas; así mismo los requerimientos en materia de horas hombre (HH) Los equipos requeridos para estos trabajos y los materiales indicando los hitos de este servicio.

16/02/2004

## COSTOS

PETACALCO GUERRERO

PROYECTO I.00203

CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	OBSERVACIONES	TOTAL
H/H C 28	912	H/H	Incluye indirectos	
COMISIONES	21 (C-28)	DÍAS	Incluye campaña y visita de prospección	
COMISIONES	18 B-30 (2CHOFERES)	DÍAS	Dos choferes para trasladar materiales y personal	
TRANSPORTE	4(viajes por avión)	Viajes redondos	4 viajes de México- Lázaro C.- México y uno de prospección	
TRANSPORTE	3	Viaje redondo en autobús	3 viajes México Lázaro C.- México	
TRANSPORTE	2	Vehiculos Oficiales	Gasolina y Peaje	
MATERIAL	120	Piezas	Sondas y Globos	
MATERIAL	33	Piezas	Gas Helio	
MATERIAL	X	Piezas	Material Diverso	
CONVENIO	1		Convenio IMP-UNAM	
		TOTAL DEL SERVICIO		

ATENTAMENTE:

  
Ing. Roberto Cortés Buenrostro

⇒ Estimar cuantitativamente los recursos requeridos en las partidas presupuestales 1000,2000, 3000 u otras.

Para este fin se estiman por separado los requerimientos económicos para cada una de las partidas presupuestales como se muestran el siguiente formato.

PETACALCO

**ESTIMACIÓN DE COSTO DE SERVICIO**

PROYECTO PETACALCO GUERRERO

Fecha de Elaboración: 13-Feb-04

Nombre del Proyecto: Mediciones de meteorología y emisiones
Nº del Proyecto al que se le proporciona el servicio: F.21120
Nº del Proyecto del Laboratorio: I.00203
BREVE DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO: EFECTUAR CAMPAÑA DE RADIOSONDEO
Sitio en donde se efectuara el Radiosondeo: TERMOELECTRICA DE PETACALCO GUERRERO
Periodo de la campaña: FEBRERO (18 al 4 de MARZO), MARZO (9 al 26), ABRIL (11 al 18)
Fechas de radiosondeo solicitadas: 15 días en CADA PERIODO
Nº de Lanzamientos por día: 2
Horarios de Lanzamientos: 6 Y 18 Hrs.
Entregables: INFORME FINAL CON CINCO COPIAS, SIETE CD' s DE LOS DATOS OBTENIDOS DURANTE LAS TRES CAMPAÑA
Notas aclaratorias: EL PAGO DEL SERVICIO SE HARÁ EN UNA SOLA EMISIÓN

PARTIDA 1000 (H/H)							
NOMBRE DEL PARTICIPANTE	NIVEL	Nº DE HORAS	\$ DE H/H	TOTAL SIN INDIRECTOS	% INDIRECTOS	\$ INDIRECTOS	TOTAL CON INDIRECTOS
Roberto Cortés B.	C-28	304			0.75		
							0.00
							0.00
							0.00

PARTIDA 2000 (Materiales)					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	\$ x UNIDAD	TOTAL	OBSERVACIONES
SONDAS	40	Pzas			
GLOBOS	40	Pzas			
GAS HELIO	11	Pzas			Gas tipo industrial
MATERIALES DIVERSOS					

PARTIDA 330405 ( CONVENIO Nº )				
Nº DE PERSONAS	TARIFA REGIONAL x PERSONA	Nº DE DIAS	RETENCION UNAM \$ %	TOTAL
3		18		



PARTIDA 3000 ( VIATICOS )						
NOMBRE DE LA PERSONA	CLAVE DE PERSONA	NIVEL	DIAS	TARIFA REGION AL x DIA	OBSERVACIONES	TOTAL
Roberto cortés	5235	C -28	7			
x		B - 30	6		Chofer Camion	
x		B - 30	6		Chofer Camioneta	
						0.00
						0.00

PARTIDA 3000 ( TRANSPORTACIÓN )					
MEDIO DE TRANSPORTE	Nº DE VIAJES	CLAVE DEL PERSONAL	OBJETO DE VIAJE	PRECIO UNITARIO	TOTAL
AVION	2	5235	PROSPECTIVO INICIO Y TERMINO		
AUTOBUS	1	5235	SUPERVISION		
					0.00
					0.00
					0.00
MEDIO DE TRANSPORTE	Nº DE VIAJES	OBJETO DEL VIAJE	ASIGNACION DE \$ GASOLINA	ASIGNACION DE \$ PEAJE	TOTAL
CAMION OFICIAL	2	TRANS. MAT.			
CAMIONETA OFICIAL	2	TRANS. PERSONAL DE SITIO			
					0.00
					0.00

TOTAL \$ PARTIDAS 1000= \_\_\_\_\_  
 TOTAL \$ PARTIDAS 2000= \_\_\_\_\_  
 TOTAL \$ PARTIDAS 3000= \_\_\_\_\_  
 TOTAL \$ PARTIDAS 330405= \_\_\_\_\_

COSTO TOTAL POR CAMPAÑA \_\_\_\_\_  
 NÚMERO DE CAMPAÑAS \_\_\_\_\_  
 COSTO TOTAL DEL PROYECTO \_\_\_\_\_  
 COSTO TOTAL REDONDEADO \_\_\_\_\_

Notas Aclaratorias:

⇒ Identificar con toda la claridad y detalle la especificación de los productos o entregables del servicio.

Uno de los requerimientos de gran importancia es conocer en detalle lo que el cliente solicita y necesita, para lo cual es necesario presentarle provisionalmente una propuesta para que se afinen los detalles técnicos del servicio tanto de los requerimientos de nuestro cliente como los nuestro, para poder ejecutar los trabajos solicitados con el propósito de no dejar suelto algún detalle o lagunas en la comunicación para lo cual se pueden manejar las solicitudes de servicio que sean necesarias hasta dejar convencido al cliente, para poder efectuar con calidad nuestro servicio.

Elaborar y presentar la propuesta **preliminar** la cual deberá contener: objetivo y alcance del servicio, característica del producto, programación de las actividades por desarrollar, logística, hitos del servicio, lista de materiales requeridos, lista de equipo utilizado, características del personal participante y notas aclaratorias por parte del laboratorio para realizar el servicio.



## INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO

<b>SOLICITUD DE SERVICIOS</b>		Número de Solicitud:	
Dependencia Solicitante:	Dirección Ejecutiva de Medio Ambiente y Seguridad.	Fecha de solicitud:	28 ENERO 2004
		Fecha estimada Requerimiento:	16 FEB. 2004
Centro de Costos:	1001	<b>AUTORIZACION</b>	
Elemento PEP:	F.21120.02.004	Solicitante: Nombre, firma Extensión & e-mail	M.C. CARLOS MANDUJANO MEJIA Ext. 8493 cmanduja@imp.mx 
Dependencia Ejecutante:	Laboratorio de Calibración	Ejecutante: Nombre, firma Extensión & e-mail	RECEPCIÓN DEL SERVICIO Roberto Cortés Buenrostro Ext. 8513 rcortes@imp.mx 
Descripción del Servicio:	Realizar tres campañas de radiosondeo con dos lanzamientos por día en los horarios de la s 6:00 y las 18 Hrs. en las instalaciones de la Termoeléctrica de Petacalco Guerrero (CFE).		
Requiere Cotización	Las mediciones que se efectuarán forman parte del proyecto F.21120.		
<input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/> SI	Entregables:		
El servicio tiene precio unitario	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informe final con cinco copias</li> <li>• siete CD de los datos obtenidos durante las tres campañas incluyendo datos meteorológicos de la estación de superficie.</li> </ul>		
<input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> SI	Nota: la prueba del laboratorio no está acreditada.		
Detalle de la Cotización:	CARACTERISTICAS TECNICAS	COMENTARIOS EL PAGO DEL SERVICIO SE HARA EN UNA SOLA EMISIÓN.	
Fecha estimada de entrega:		Fecha real de entrega:	
IMPORTE de la transferencia del costo:		Proyecto de Apoyo	1.00203
	Letra:	Centro de Costos	B1505
		Número(s) de documento(s) contabilizado(s):	

PARA SER LLENADO POR EL SOLICITANTE

PARA USO EXCLUSIVO DEL EJECUTANTE

AP-03

⇒ Ajustes a la propuesta preliminar por modificaciones.

Una vez acordado definitivamente el servicio con el cliente en donde se incluyen todos sus detalles entre los que incluye aspectos técnicos, logística, condiciones de trabajo y aspectos económicos, se firma la solicitud de servicio tanto por el cliente como por el líder de proyecto quedando como un contrato en donde se establece todas las características del servicio.

⇒ Negociar la falta del elemento PEP para la solicitud del servicio.

El Instituto Mexicano del Petróleo cuenta con un administrado de proyectos institucional el cual controla desde las oficinas administrativas los recursos económicos para cada proyecto, para lo cual se tendrá que cumplir algunas condiciones para disponer de la asignación de estos recursos. Es por esto que en esta etapa lo que se solicita son los recursos económicos correspondientes, comprobando las ganancias que dejara este servicio para que consecuentemente se le asigne los dineros al elemento PEP (Etapa de un proyecto) y de esta manera se pueda disponer de los recursos en el proyecto.

⇒ Notificar al líder de proyecto la autorización.

Como procedimiento se tiene establecido que una vez concretada la negociación de un proyecto se le notifica al líder de proyecto, para que así mismo el funcionario nos de su apoyo tanto técnico, como económico.

⇒ Celebrar reunión con el líder de proyecto para acordar la coordinación de la campaña.

En base a lo establecido en el servicio se celebran algunas otras reuniones para acordar la logística de este servicio que se describen en los puntos posteriores.

Debido a que estos servicios se pueden efectuar con el apoyo o participación de pasantes de las carreras de ingeniería, el Laboratorio de Calibración ha contado



con autorización para efectuar convenios de colaboración con la Universidad Nacional Autónoma de México (FES Aragón) con quien ha venido celebrando diferentes convenios de colaboración con el propósito de reducir costos de operación y simultáneamente permitirles a los pasantes participar en proyectos de investigación llevados a cabo en laboratorio y campo por lo que a continuación se indica en el segundo punto los pasos establecidos en el proceso para este trámite:

⇒ **Actualización, trámite y seguimiento del convenio entre el IMP y la UNAM.**

Esta etapa es referente al seguimiento de todos los tramites correspondientes a esta gestión y tiene como propósito obtener la aprobación del convenio para disponer de los recursos económicos que la Universidad Proporciona bajo el entendido de recuperar esos recursos en fechas acordadas y provenientes del proyecto en cuestión; todo esto asentado en dicho convenio.

NUMERO DE REGISTRO: 14867-340-25-111-04.

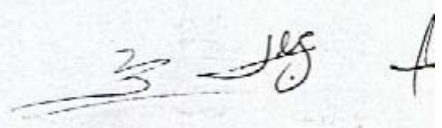
CONVENIO IMP-3619

CONVENIO DE COLABORACIÓN QUE CELEBRAN, POR UNA PARTE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, EN LO SUCESIVO SE DENOMINARÁ "UNAM", REPRESENTADA EN ESTE ACTO POR SU SECRETARIO GENERAL LIC. ENRIQUE DEL VAL BLANCO, CON LA ASISTENCIA DEL DIRECTOR DE LA ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGÓN, ARQ. LILIA TURCOTT GONZALEZ, Y POR LA OTRA PARTE, EL INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO, EN LO SUCESIVO SE DENOMINARÁ "IMP", REPRESENTADO EN ESTE ACTO POR EL DR. JOSÉ LUIS GÁZQUEZ MATEOS, DIRECTOR EJECUTIVO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO, CONFORME A LAS DECLARACIONES Y CLÁUSULAS SIGUIENTES.

DECLARACIONES

I. DECLARA LA "UNAM":

1. Que de conformidad con el artículo 1° de su Ley Orgánica publicada en el *Diario Oficial de la Federación* del 6 de enero de 1945, es una corporación pública, organismo descentralizado del Estado, dotada de plena capacidad jurídica y que tiene por fines impartir educación superior para formar profesionistas, investigadores, profesores universitarios y técnicos útiles a la sociedad, así como organizar y realizar investigaciones, principalmente acerca de las condiciones y problemas nacionales, y extender con la mayor amplitud posible los beneficios de la cultura.
2. Que la representación legal de esta casa de estudios recae en su Rector, Dr. Juan Ramón de la Fuente, según lo dispuesto en los artículos 9° de su Ley Orgánica y 30 de su Estatuto General, teniendo, conforme a la fracción I del artículo 34 del propio Estatuto, facultades para delegarla.
3. Que el Lic. Enrique del Val Blanco, en su carácter de Secretario General, cuenta con las facultades necesarias para suscribir este instrumento, de conformidad con el *Acuerdo que delega y distribuye competencias para la suscripción de convenios, contratos y demás instrumentos consensuales en que la Universidad sea parte*, publicado en *Gaceta UNAM* del 23 de enero de 2003.
4. Que cuenta, como parte de su estructura para el cumplimiento de sus fines de educación superior, con la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Aragón, la cual dispone de los recursos necesarios para dar cumplimiento al objeto del presente instrumento.
5. Que señala como su domicilio legal el 9° piso de la Torre de Rectoría, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, México, D.F., Código Postal 04510.



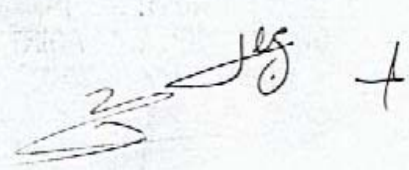


**II. DECLARA EL "IMP":**

1. Que es un Organismo Público Descentralizado del Gobierno Federal Mexicano, con personalidad jurídica y patrimonio propios, de carácter preponderantemente técnico, educativo y cultural, de conformidad con lo previsto en su Decreto de Creación de fecha 23 de agosto de 1965, publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 26 del mismo mes y año, modificado mediante Decreto publicado en el mismo órgano informativo, de fecha 30 de octubre de 2001, que tiene como objetivo fundamental la investigación y el desarrollo tecnológico requeridos por las industrias petrolera, petroquímica y química, la prestación de servicios técnicos a las mismas, la comercialización de productos y servicios tecnológicos resultantes de la investigación, así como la formación de recursos humanos altamente especializados en las áreas de su actividad.
2. Que el Dr. José Luis Gázquez Mateos, se encuentra facultada para suscribir el presente Convenio, de conformidad con el poder notarial No. 38,120 de fecha 25 de noviembre del 2002, otorgado ante la fe Lic. Carlos A. Sotelo Regil Hernández, Notario Público No. 165, del Distrito Federal.
3. Que cuenta con la organización, elementos y capacidad técnica, financiera, y legal para cumplir con las obligaciones a que refiere este Convenio.
4. Que esta realizando el Proyecto I.00203 **"TRES CAMPAÑAS DE RADIOSONDEO EN LAS INSTALACIONES DE LA TERMOELÉCTRICA DE PETACALCO GUERRERO PERTENECIENTES A LA COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD (CFE) Y UNA CAPAÑA DEL MISMO TIPO EN DOS SITIOS DE LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MÉXICO (ZMCM)"**, por lo que desea colaborar con la UNAM para que ésta lleve a cabo la Campaña de Radiosondeo Meteorológico que forma parte del Proyecto.
5. Que señala como domicilio para efectos del presente Convenio, el ubicado en Eje Central Lázaro Cárdenas No. 152, Col. San Bartolo Atepehuacán, Delegación Gustavo A. Madero, C. P. 07730, en México, Distrito Federal.

**III. DECLARAN AMBAS PARTES:**

**ÚNICO.** Que expuesto lo anterior, están conformes en sujetar su compromiso a los términos y condiciones insertos en las siguientes





## CLÁUSULAS

### PRIMERA. OBJETO.

El objeto del presente Convenio es la colaboración entre las partes a fin de realizar la Campaña de Radiosondeo Meteorológico del Proyecto, en lo sucesivo "CAMPAÑA", misma que se llevará a cabo de conformidad con lo previsto en el Anexo "A" del presente instrumento.

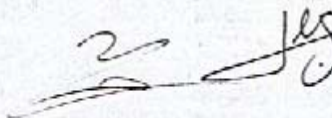
### SEGUNDA. APORTACIONES POR PARTE DEL IMP.

Como apoyo financiero para el desarrollo y ejecución de la CAMPAÑA, el IMP se compromete a aportar a la UNAM la cantidad de \$ **PESOS 00/100 M.N.)** misma que será entregada conforme a lo señalado en el Anexo "A" del presente instrumento.

### TERCERA. COMPROMISOS DE LA UNAM.

Para la realización del objeto materia de este Convenio la UNAM, a través de la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Aragón, se compromete a:

- a) Desarrollar y efectuar la investigación conforme al Anexo "A" que debidamente firmado por las partes, forma parte integrante del presente Convenio.
- b) Utilizar los recursos humanos y la infraestructura necesaria, para lograr el objeto del presente instrumento.
- c) Presentar informes periódicos, sobre las actividades desarrolladas y avances logrados en la realización de la CAMPAÑA, de acuerdo al calendario de actividades acordado con el IMP.
- d) Utilizar la información proporcionada por el IMP, única y exclusivamente para la realización del objeto del presente Convenio y para los fines que el IMP autorice expresamente.



#### **CUARTA. COMPROMISOS DEL IMP.**

Para la realización del objeto materia de este Convenio, el **IMP**, a través de la Coordinación del Programa de Investigación del Medio Ambiente y Seguridad, se compromete a:

- a) Proporcionar la capacitación en el manejo y uso del equipo utilizado en la CAMPAÑA.
- b) Brindar facilidades al personal de la **UNAM**, para la realización de la CAMPAÑA objeto del presente Convenio.
- c) Propiciar la colaboración de su personal de acuerdo con la CAMPAÑA referida en el Anexo "A".
- d) Aceptar los resultados de la CAMPAÑA, con base a los datos proporcionados en el alcance señalado en el Anexo "A".

#### **QUINTA. RESPONSABLES.**

Para la ejecución de las actividades del presente Convenio, las partes designarán como responsables:

Por parte de la **UNAM**, al Ing. Raúl Barrón Vera. Jefe de la Carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la ENEP Aragón.

Por parte del **IMP**, al Ing. Roberto Cortés Buenrostro. Líder del Laboratorio de Calibración del programa PIMAS.

#### **SEXTA. RELACIÓN LABORAL.**

Las partes convienen que el personal aportado por cada una para la realización del presente Convenio, se entenderá relacionado exclusivamente con aquella que lo empleó, por ende, cada una de ellas asumirá su responsabilidad por este concepto, y en ningún caso serán consideradas como patrones solidarios o sustitutos.



#### **SÉPTIMA. PROPIEDAD INTELECTUAL.**

Las partes convienen que la información que se genere de las actividades realizadas con motivo de este Convenio será propiedad del IMP y podrá ser utilizada por la UNAM para fines académicos, siempre y cuando no involucren información de tipo confidencial que haya sido proporcionada por el IMP.

Las patentes, marcas, derechos de autor y demás desarrollos tecnológicos que pudieran resultar como parte de la CAMPAÑA, serán registrados a nombre del IMP, acreditando el nombre de los investigadores y alumnos participantes.

#### **OCTAVA. CONFIDENCIALIDAD.**

Las partes se obligan a guardar confidencialidad respecto a la información que les proporcione su contraparte, quedando exentas de tal obligación si la información es del dominio público o les es proporcionada por un tercero sin relación con este Convenio.

#### **NOVENA. RESPONSABILIDAD CIVIL.**

Queda expresamente pactado que las partes no tendrán responsabilidad civil por los daños y perjuicios que pudieran causarse como consecuencia de caso fortuito o fuerza mayor, particularmente por el paro de labores académicas o administrativas, en la inteligencia de que, una vez superados estos eventos, se reanudarán las actividades en la forma y términos que determinen las partes.

#### **DÉCIMA. VIGENCIA.**

La vigencia del presente Convenio iniciará en la fecha de su firma y terminará el 31 de diciembre del 2004.

#### **DÉCIMA PRIMERA. TERMINACIÓN ANTICIPADA.**

Cualquiera de las partes podrá dar por terminado el presente instrumento con antelación a su vencimiento mediante aviso por escrito a su contraparte, notificándola con 30 días naturales de anticipación. En tal caso, ambas partes tomarán las medidas necesarias para evitar perjuicios tanto a ellas como a terceros.

#### **DÉCIMA SEGUNDA. MODIFICACIONES.**

El presente Convenio podrá ser modificado o adicionado por voluntad de las partes; dichas modificaciones o adiciones obligarán a los signatarios a partir de la fecha de su firma.



### DÉCIMA TERCERA. CESIÓN

Ninguna de las partes podrá ceder los derechos y compromisos que se deriven de este convenio, si no cuenta para ello con previo consentimiento escrito de la otra parte.

### DÉCIMA CUARTA.- CONTROVERSIAS E INTERPRETACIÓN

Las partes convienen que el presente instrumento es producto de la buen fe, por lo que toda controversia e interpretación que se derive del mismo respecto a su operación, formalización y cumplimiento, será resuelta por ambas partes y en caso de no lograrlo las partes se someterán a la jurisdicción de los Tribunales Federales de la Ciudad de México, Distrito Federal, renunciando a cualquier otra que por razón de su domicilio presente o futuro o por cualquier otro motivo pudiera corresponderles.

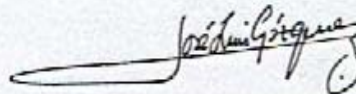
Se firma el presente Convenio de Colaboración, en dos ejemplares, en la Ciudad de México, Distrito Federal el día 3 del mes de mayo del año dos mil cuatro.

UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE MÉXICO

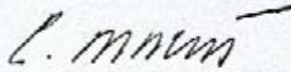


\_\_\_\_\_  
LIC. ENRIQUE DEL VAL BLANCO  
Secretario General

INSTITUTO MEXICANO DEL  
PETROLEO



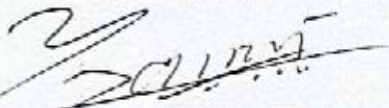
\_\_\_\_\_  
DR. JOSÉ LUIS GÁZQUEZ MATEOS  
Director Ejecutivo de Investigación y  
Posgrado



\_\_\_\_\_  
ARQ. LILIA TURCOTT GONZALEZ  
Directora de la Escuela Nacional de  
Estudios Profesionales Aragón

### RESPONSABLES DEL PROYECTO

POR LA UNAM:



\_\_\_\_\_  
ING. RAÚL BARRÓN VERA

POR EL IMP:



\_\_\_\_\_  
ING. ROBERTO CORTÉS  
BUENROSTRO.



## ANEXO "A"

### OBJETIVO:

Contar con la participación de estudiantes de licenciatura del área de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Dentro del presente convenio entre el IMP y la UNAM en el proyecto de investigación antes mencionado, el cual considera una campaña de radiosondeo en los sitios de la Termoeléctrica de Petacalco Guerrero y la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM), la que se llevarán a cabo durante la vigencia del presente convenio; el propósito de la campaña es medir las variables meteorológicas en la vertical en dicha zona, y de esta forma respaldar los estudios que actualmente se realizan en materia ambiental.

### ALCANCES:

Los alcances de esta campaña son la medición y respaldo de los datos de variables meteorológicas mediante radiosondeo con dos monitoreos por día, en la TERMOELECTRICA DE PETACALCO GUERRERO y un radiosondeo de forma simultánea en la ZMCM, en el que se realizarán cuatro monitoreos diarios en cada sitio. La duración de los monitoreos consta de quince días continuos, dentro del periodo de febrero a diciembre del 2004.

### PROCEDIMIENTO:

El procedimiento de trabajo que se usará en la campaña estará regido a su vez por los procedimientos de operación de los manuales del fabricante de los equipos Digicora II y Digicora III y al mismo tiempo basándonos en las recomendaciones meteorológicas y requerimientos del investigador responsable de la campaña, los cuales se sintetizan en la preparación del equipo, llenado de globo para el lanzamiento de la sonda, manejo de las radiosondas, vigilancia de la información y respaldo de la misma, todo esto de manera repetitiva durante la periodicidad antes señalada al día, así como, el manejo seguro del equipo, en los sitios mencionados en el punto anterior, los cuales serán confirmados puntualmente por el investigador responsable de la campaña para sus requerimientos técnicos y estos deberán cumplir con los requisitos de seguridad para la estancia, operación del personal y del equipo.

### PERIODO:

El periodo acordado de este convenio comprende de febrero a diciembre del 2004 dentro del cual se incluye la campaña de radiosondeo en las regiones antes citadas, la duración de cada una de las campañas será de 15 días más 4 días requeridos para el embarque de materiales, equipos y traslados de ida y regreso, así como las pruebas del equipo en campo.

7





**FORMA DE HACER LLEGAR LOS RECURSOS A LOS ESTUDIANTES:**

Los recursos provendrán del proyecto I:00203 implícito dentro del programa PIMAS.

Las aportaciones se entregaran de la siguiente forma:

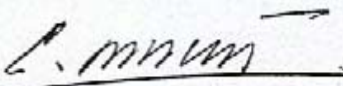
CAMPAÑA No	MONTO DE LA APORTACIÓN	PERIODO DE ENTREGA
1	\$	MARZO DEL 2004
2	\$	MARZO DEL 2004
3	\$	ABRIL DEL 2004
<b>TOTAL</b>	<b>\$</b>	

El monto total que se entregara a la Universidad es de \$ 00/100 M.N.) incluyendo el 20% que retiene la misma.

Dicho monto lo entregará el IMP de los fondos del proyecto antes citado a la UNAM por medio de la "Escuela Nacional de Estudios Profesionales" (ENEP) Aragón, para que ésta entregue a su vez el importe proporcional a cada persona de acuerdo a la relación que se anexa a este documento y previa identificación, dentro de un periodo de cinco días hábiles antes de la fecha de inicio de la campaña.

**Se anexa lista de participantes.**

Participantes:	Carrera Profesional
Pérez Muratalla Arturo	Ingeniería mecánica eléctrica.
García Figueroa Aldo Daniel.	Ingeniería mecánica eléctrica.
Bustos Alvarado Jorge.	Ingeniería mecánica eléctrica.
Piedras Reyes José Guillermo.	Ingeniería mecánica eléctrica.
<del>Suárez Pérez Griselda.</del>	<del>Ingeniería mecánica eléctrica.</del>
Tlahuel Mejía Juan Pablo	Ingeniería mecánica eléctrica.
Juárez Díaz Edison Antonio	Ingeniería mecánica eléctrica

  
 \_\_\_\_\_  
 ARQ. LILIA TURCOTT GONZALEZ  
 Directora de la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Aragón de la UNAM

  
 \_\_\_\_\_  
 DR. JOSÉ LUIS GÁZQUEZ MATEOS  
 Director Ejecutivo de Investigación y Posgrado del IMP

## **Comunicación con los responsables de los sitios y trámite de los permisos correspondientes.**

Debido a que los proyectos o servicios de radiosondeos necesariamente se tienen que efectuar en campo es un requerimiento indispensable (como ya se dijo anteriormente) efectuar la negociación de los permisos en los sitios elegidos por el experto y con los responsables de los mismos para poder efectuar este trabajo, explicando la razón de esta campaña, las condiciones de trabajo, la duración, el número de personas participantes, los horarios de trabajo y los requerimientos de espacio de trabajo, energía eléctrica, así como, espacio de almacenamiento de equipos y materiales por lo que a continuación se señala el proceso que se ha establecido para esta parte de la realización de un servicio:

- e) Establecer comunicación con los responsables de los sitios seleccionados para el radiosondeo para negociar la estancia de trabajo y delimitar los objetivos de la campaña y los requerimientos de nuestra parte en materia de espacio, energía eléctrica, áreas de lanzamiento etc.
- f) Efectuar visita de inspección obligada por cada sitio.
- g) Elaborar solicitudes de permisos para la estancia en los sitios antes señalados.

Mediante oficio y con previa visita para la negociación con lo responsables de los sitios se logra este trámite con el propósito de obtener la autorización correspondiente.

- h) Confirmar las condiciones de comunicación en los sitios durante la campaña.

Mediante la visita de inspección a los sitios donde se efectuaran las campañas se efectúa una inspección para identificar las condiciones de

comunicación que se emplearan durante este servicio, como puede ser el caso de teléfono con servicio de micro ondas o servicio telmex (privado o publico), o en otro de los casos se cuenta con una buena recepción de señal para celulares o el uso de radio privado.

- i) Conformar el archivo de los formatos en donde se registraron las condiciones visualizadas en cada sitio (la razón de la elección de los sitios).

### **Análisis de los sitios elegidos para monitorear.**

⇒Elaborar formato de análisis

⇒ Establecer distancias entre sitios para establecer la logística de operación durante la campaña.

⇒ Establecer altitudes de los sitios.

Este punto se logra mediante la investigación geográfica (INEGI u otros documentos para establecer las altitudes de cada sitio ya que es un requisito indispensable para la operación del equipo de Radiosondeo.

Establecer el sistema de comunicación que se empleará entre sitios durante la campaña. Una vez identificado las condiciones de comunicación se acuerda la mejor opción que se usara durante la campaña para este fin.

## CONCLUSIONES

Al realizar este Trabajo de Tesis en el cual se incluyen varios conceptos teóricos fundamentales como los de medio ambiente, meteorología, informática, administración de proyectos, procedimientos tales como el de Radiosondeo y convenios de colaboración celebrados con el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP) y la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), se puede observar que todos estos conceptos están estrechamente relacionados entre si dentro de un proceso llamado de radiosondeo. Estos conceptos los podemos visualizar como una agrupación de elementos dentro de un proyecto que nos permiten un vinculo de elementos tecnológicos que se correlación estrechamente de tal suerte que desarrollados en conjunto realizan una tarea especifica e importante para los estudio de investigación y evaluación del impacto al medio ambiente por los contaminantes emitidos a la atmósfera como resultado de los procesos industriales actuales lo cual hasta hace poco sin la ayuda de esta herramienta seria casi imposible de realizar.

El sistema de radiosondeo es una herramienta muy completa y de tecnología de punta la cual nos proporciona información muy completa del comportamiento de las variables meteorológicas en la atmósfera a diferentes altitudes hasta los 25000 m. de altura, además tiene mucho campo de aplicación en la investigación de la meteorología y la evolución asociada a las modificaciones de los compuestos químicos asociados a la dinámica de las variables meteorológicas , aunque sin dejar de mencionar que para obtener una extensión de sus aplicaciones es necesario consultar al fabricante para poder adquirir los mejores beneficios de esa tecnología en expansión.

Por otro lado y al termino de este estudio, se puede afirmar que el monitoreo por radiosondeo es una herramienta fundamental para los meteorólogos en el estudio del comportamiento de las variables meteorológicas en la vertical para estudiar el comportamiento y transporte de los contaminantes que afectan nuestra atmósfera, suelo y mantos acuíferos y que son trasportados a través

de las diferentes capas de la atmósfera. Esta herramienta hace que este tipo de mediciones permitan que sean menos complejos los estudios de impacto ambiental y se conviertan en algo más sencillo y rápido de obtener resultados favorables.

Es fundamental tener presente que el radiosondeo es una actividad que requiere de todo un proceso que incluye mantenimiento programado y controlado de los equipos, programas de calibración, acuerdos específicos del producto requerido por el cliente, inspección de los sitios en donde se efectuarán los trabajos de radiosondeo, acuerdos, requerimiento de recursos para efectuar la campaña, medición de la seguridad del sitio tanto para el personal participante como para los equipos. medición de la calidad del producto, establecimiento de un programa de actividades y su seguimiento, gestión de los recursos económicos, adquisiciones de materiales y asignación del personal participante.

Por otro lado es impotente resaltar que es de suma importancia proporcionar una capacitación especializada al personal participante entorno a los equipos de radiosondeo, estaciones meteorológicas, software, instalación y orientación estratégica de las antenas que reciben los datos de las sondas en movimiento, ubicación y manejo de cilindros de helio para el llenado de los globos encargados del recorrido de las sondas en la vertical la cual se fundamenta con conocimientos básicos de meteorología, e informática entre otros para sustentar una exitosa aplicación y aprovechamiento de este sistema.

## RECOMENDACIONES

El manejo de estos sistemas nos permite establecer la recomendación de estudiar la posibilidad de la recuperación de las sondas en campo y la adquisición del sistema de paracaídas para las sondas para obtener mediciones no únicamente en el ascenso sino también el descenso de las sondas, previo a la reconfiguración del software del DigiCORA III para obtener mayor cantidad de datos (el doble de la información de estos) y al mismo tiempo con el propósito de reducir sustanciales mejorando la calidad de la información.

Es de suma importancia actualizar constantemente los procedimientos de operación para incrementar su utilidad y enriquecerlos con mayor información en la aplicación práctica del equipo mejorando la calidad de los servicios.

Es recomendable mantenerse en comunicación con los distribuidores y fabricantes de estos equipos para mantenernos actualizados en las mejores aplicaciones de estos y al mismo tiempo de las diversas necesidades de los clientes y vigilar permanentemente la mejora de nuestros servicios en pro de la calidad y consecuentemente de la competitividad.

## BIBLIOGRAFÍA

- ⊗ MANUAL DIGICORA III MW21  
TECHNICAL REFERENCE  
VAISALA
  
- ⊗ MANUAL DIGICORA III MW21  
INSTALLATION MANUAL  
VAISALA
  
- ⊗ MANUAL DIGICORA III MW21  
USER 'S GUIDE  
VAISALA
  
- ⊗ INSTRUCTION MANUAL RADIOSONDE ANTENNA SYSTEM RM20,  
VAISALA 1986
  
- ⊗ TECHNICAL MANUAL GPS ANTENNA GA 20,  
VAISALA 1996
  
- ⊗ ORGANIZACIÓN METEOROLÓGICA MUNDIAL, *GUÍA DE INSTRUMENTOS  
Y MÉTODOS DE OBSERVACIÓN METEOROLÓGICOS*,
  
- ⊗ AYLLÓN, TERESA Y JESÚS GUTIÉRREZ, *INTRODUCCIÓN A LA  
OBSERVACIÓN METEOROLÓGICA*, MÉXICO, LIMUSA, 1983.
  
- ⊗ *THE PENNSYLVANIA STATE UNIVERSITY, DEPARLINENT OF  
METEOROLOGY, 503 WAIKER BUILDING. UNIRERSITY PARK. PA  
16802, USA RECEIVED 6 AUGUSÍ 1999: ACCEPTED 11 SEPTEMBER  
1999*

### FUENTES DE INFORMACIÓN PÁGINAS DE INTERNET

[HTTP://WWW.VAISALA.COM/](http://WWW.VAISALA.COM/)

[HTTP://WWW.SEMARNAT.GOB.MX/L](http://WWW.SEMARNAT.GOB.MX/L)

[HTTP://WWW.ESI.UNAV.ES/ASIGNATURAS/ECOLOGIA/](http://WWW.ESI.UNAV.ES/ASIGNATURAS/ECOLOGIA/)

[HTTP://WWW.IGEOFUCU.UNAM.MX/GEOFISICA.HTML](http://WWW.IGEOFUCU.UNAM.MX/GEOFISICA.HTML)

[HTTP://ATMOSFERA.CL/](http://ATMOSFERA.CL/)