



**RESOLUCION PRESIDENCIAL EJECUTIVA No. 0135 SENAMHI-PREJ-PREVAE/2012
LIMA 22 DE JUNIO 2012**

SERVICIO NACIONAL
DE
METEOROLOGIA E HIDROLOGIA
SENAMHI

VISTO:

El Oficio N° 002-SENAMHI-CTEHA/2012 de fecha 01 de junio de 2012, mediante el cual, el Presidente de la Comisión Técnica responsable de elaborar las especificaciones técnicas para las Estaciones Hidrometeorológicas Automáticas a ser adquiridas por el SENAMHI, remite la propuesta final de los "Requerimientos Técnicos Mínimos para Estaciones Meteorológicas, Agrometeorológicas e Hidrológicas Automáticas" y solicita la aprobación respectiva.

CONSIDERANDO:

Que, mediante el Memorando N° 079-SENAMHI-PREJ/2012, de fecha 16 de Abril del 2012, se designó al personal profesional especialista del SENAMHI para conformar la Comisión Técnica, a fin de realizar la actualización de las especificaciones técnicas de las Estaciones Hidrometeorológicas Automáticas;

Que, mediante el documento de Visto; el Presidente de la mencionada Comisión Técnica, informa que luego de haberse efectuado la pre publicación de los requerimientos técnicos mínimos y realizado el levantamiento de las observaciones propuestas por los proveedores, remite la propuesta final de los "Requerimientos Técnicos Mínimos para Estaciones Meteorológicas, Agrometeorológicas e Hidrológicas Automáticas", que contienen especificaciones técnicas generales de las partes y componentes de los citados equipos;

Que, se ha evaluado la documentación presentada por la Comisión Técnica de las especificaciones Técnicas de las estaciones Hidrometeorológicas Automáticas, determinándose que contienen especificaciones técnicas generales, las mismas que no transgreden las disposiciones y principios que rigen las Contrataciones del Estado; y que deben ser consideradas como un "Documento Fuente de Gestión Logística" para ser incluido como Requerimientos Técnicos Mínimos Estándar en las Bases de los procesos de selección del SENAMHI;

Por las consideraciones antes expuestas y de conformidad con las atribuciones conferidas mediante la Resolución Suprema N° 018-2011-MINAM, de 04 de Noviembre del 2011 y al amparo de la Ley N° 24031, Ley del SENAMHI; estando a lo propuesto por el Director de la Oficina General de Operaciones Técnicas, con el Visto Bueno de la Directora de la Oficina General de Administración y del Director de la Oficina de Asesoría Jurídica del SENAMHI.

SE RESUELVE:

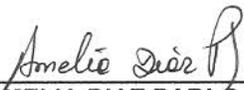
Artículo Primero.- Aprobar los Requerimientos Técnicos Mínimos para Estaciones Meteorológicas, Agrometeorológicas e Hidrológicas Automáticas, presentadas por la Comisión Técnica responsable de elaborar las especificaciones técnicas para las Estaciones Hidrometeorológicas Automáticas; y disponer que sean considerados como un "Documento Fuente de Gestión Logística", para ser incluidos como requerimientos técnicos mínimos estándar en las Bases de los procesos de selección del SENAMHI.

Artículo Segundo.- La Oficina General de Administración, será la responsable de verificar el cumplimiento de lo dispuesto en el artículo precedente.

Artículo Tercero.- La presente disposición tendrá una vigencia de doce (12) meses, a partir de la fecha de publicación en la Página Web del SENAMHI.

Regístrese, Publíquese, Comuníquese y Archívese.




Ing. AMELIA DIAZ RABLO
Presidenta Ejecutiva del SENAMHI

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA DEL PERU

REQUERIMIENTOS TECNICOS MINIMOS PARA ESTACIONES METEORÓLOGICAS, AGROMETEOROLÓGICAS E HIDROLÓGICAS AUTOMÁTICAS



MAYO 2012

INDICE

| | Pág. |
|--|------|
| 1. Descripción de Estaciones Automáticas | 03 |
| 2. Estaciones Automáticas | 03 |
| 2.1 Plataforma Colectora de Datos | 04 |
| 2.1.1 Características de la Plataforma Colectora de Datos. | |
| 2.1.2 Especificaciones de Condiciones Ambientales | |
| 2.1.3 Registrador de Datos | |
| 2.1.3.1 Interfaces de los Sensores | |
| 2.1.3.2 Comunicación Serial | |
| 2.1.3.3 Reloj de Tiempo Real | |
| 2.1.3.4 Acceso Local al Registro de Datos | |
| 2.1.3.5 Transmisión de Datos | |
| 2.1.3.6 Software del Registro de Datos | |
| 2.1.4 Recinto de Protección | |
| 2.1.5 Sistema de Energía Eléctrica | |
| 2.2 Sensores | 16 |
| 2.2.1 Parámetros y Funciones de medición requeridos | |
| 2.2.2 Requerimientos Generales para todos los sensores | |
| 2.2.3 Sensor de Velocidad y Dirección del Viento | |
| 2.2.4 Sensor de Humedad Relativa del Aire | |
| 2.2.5 Sensor de Temperatura del Aire | |
| 2.2.6 Sensor de Precipitación | |
| 2.2.7 Sensor de Radiación Solar | |
| 2.2.8 Sensor de Presión Atmosférica | |
| 2.2.9 Sensor de Nivel de Agua | |
| 2.2.10 Sensor Multi-parámetro de Calidad del Agua | |
| 2.2.11 Sensor de Humedad de Hoja | |
| 2.2.12 Sensor de Humedad de Suelo | |
| 2.2.13 Sensor de Temperatura de Suelo | |
| 2.2.14 Sensor de Evaporación - Nivel de Agua | |
| 2.3 Sistema de Telemetría | 26 |
| 2.3.1 Requisitos Generales | |
| 2.3.2 Telemetría vía Satélite | |
| 2.3.3 Comunicación Celular | |
| 2.3.4 Comunicación TCP/IP | |
| 2.4 Sistemas Complementarios | 29 |
| 2.4.1 Infraestructura Metálica | |
| 2.4.2 Sistema de Seguridad Eléctrica | |
| 3. Documentación | 31 |
| 3.1 Documentación Técnica de los equipos/software | |
| 3.2 Certificados de Calibración | |
| 4. Abreviaturas | 32 |

1. DESCRIPCIÓN DE ESTACIONES AUTOMÁTICAS

1.1 DEFINICION

1.1.1 Las estaciones automáticas comprenden equipamiento compuesto por sensores electrónicos para medir las condiciones ambientales, éstas se encuentran equipadas con diferentes sistemas de comunicación tales como: transmisión satelital GOES, MODEM-celular, Internet. El sistema de comunicación será elegido de acuerdo a la disponibilidad del mismo en el lugar y los objetivos.

a) Las Estaciones Automáticas de acuerdo a su aplicación son de los siguientes tipos:

- a.1) Estaciones Meteorológicas Automáticas ("EMA")
- a.2) Estaciones Hidrológicas Automáticas ("EHA")
- a.3) Estaciones Agro-Meteorológicas Automáticas ("EAMA")
- a.4) Estaciones Hidrometeorológicas Automáticas ("EHMA") (*)



1.1.2 La distribución de los sensores mínimos requeridos de acuerdo al tipo de estación automática se indican en el cuadro N° 01:

Cuadro N° 01 Distribución de sensores

| Sensores | Meteorológica | Hidrológica | Agro-Meteorológica |
|--|---------------|-------------|--------------------|
| Precipitación | X | X | X |
| Velocidad y dirección del Viento | X | | X |
| Temperatura del aire | X | | X |
| Humedad Relativa del aire | X | | X |
| Nivel de agua | | X | |
| Presión Atmosférica | X | | |
| Radiación Solar | X | | X |
| Calidad del Agua (06 parámetros Físicos: PH, Temperatura, Conductividad, Oxígeno Disuelto, Turbidez y Nivel) | | X | |
| Humedad de Hoja | | | X |
| Parámetros del Suelo (Humedad del Suelo, Temperatura del Suelo, Conductividad del Suelo) | | | X |
| Evaporación | | | X |
| Otros (Radiación UV-B, Nivómetro, PAR, Cielómetro, Visibilidad, Tiempo Presente, etc.) | | | |

(*) Una Estación Hidro-Meteorológica Automática cuenta con la combinación de sensores de una Estación Hidrológica Automática y una Estación Meteorológica Automática.



2. ESTACIONES AUTOMÁTICAS

2.1 Plataforma Colectora de Datos (PCD)

2.1.1 Requerimientos Generales

- 2.1.1.1 Esta sección presenta los requerimientos funcionales mínimos que debe cumplir las estaciones automáticas, incluyendo funciones hardware y el entorno de funcionamiento.

En el diseño de la PCD debe utilizarse al máximo equipos disponibles comercialmente de alta calidad, durabilidad y que permita una adecuada interoperabilidad con los sensores; permitiendo una buena exactitud de los datos ambientales registrados

- 2.1.1.2 El diseño debe ser modular para permitir el cambio de los módulos y componentes de la PCD sin necesidad de utilizar herramientas especiales.

- 2.1.1.3 Todos los sensores y periféricos serán totalmente compatibles con la PCD.

- 2.1.1.4 El registrador de datos debe cumplir como mínimo con las siguientes especificaciones:

- a) Debe contar con un procesador de 32 bits o superior
- b) Todos los puertos analógicos conectados a sensores medirán con una exactitud mínima de conversión A/D de 16 bits y convertir los datos medidos en unidades de ingeniería.
- c) Debe ser completamente configurable por el usuario.
- e) Proporcionar funciones de alarma que se activen cuando un parámetro medido o calculado supere sus valores de umbral definidos por el usuario.
- f) Registrar los datos en formatos a intervalos configurables por el usuario
- g) Proporcionar funciones que permitan el mantenimiento como el acceso al diagnóstico interno, así como a los datos almacenados.
- h) Debe tener un bajo consumo de energía, así mismo deberá funcionar en forma autónoma, utilizando energía fotovoltaica (panel solar y baterías de respaldo) y/o energía comercial.
- i) Proporcionar el software de configuración que se ejecute sobre los sistemas operativos con Windows 7 u otro actualizado, el cual permita el acceso a todos los parámetros necesarios para la configuración de la estación automática.
- j) El PCD debe soportar los siguientes tipos de comunicación: satelital, módems de radio (VHF o UHF), módems de línea dedicada, módems celulares (GSM-GPRS), módems de la Red de Telefonía Pública y TCP/IP.



2.1.2 Especificaciones de Condiciones Ambientales

2.1.2.1 Con el fin de reducir al mínimo los efectos de las condiciones ambientales y eléctricas en la calidad de los datos y la fiabilidad de los equipos de medición, la PCD deberá estar diseñada y fabricada para funcionar en el rango mínimo de condiciones ambientales o mejor, que se indican a continuación en el cuadro N° 02:

Cuadro N° 02. Condiciones Ambientales

| N° | Condición Ambiental | Límites Operativos |
|----|-----------------------------|---|
| A | Temperatura | - 40° ... + 60°C |
| B | Humedad Relativa | 0 a 100 % RH |
| C | Viento | No menor a 60 m/s |
| D | Lluvia | No menor a 1000 mm/h |
| E | Presión Atmosférica | 500 a 1100 hPa |
| F | Protección contra EMI y ESD | Standard |
| G | Emisiones: | CISPR 22 class B (EN55022) o compatible |
| H | Inmunidad a campos RF | IEC 61000-4-3 o compatible |
| I | Inmunidad a EFT | IEC 61000-4-4 o compatible |
| J | Inmunidad a ESD | IEC 61000-4-2 o compatible |
| K | Sobrevoltaje | IEC61000-4-5 o compatible |
| L | Inmunidad a RF conducida | IEC 61000-4-6 o compatible |

Nota: Para condiciones específicas estos valores podrán ser ajustados

2.1.2.2 El sistema debe estar diseñado para funcionar en las condiciones ambientales señaladas las 24 horas del día, 365 días al año.

2.1.2.3 Todos los equipos deben ser contruidos de materiales durables y resistentes a la corrosión, incluyendo, pero no limitado al acero inoxidable, aluminio anodizado o plástico de alto impacto. El equipamiento exterior deberá también ser resistente a los rayos UV.

2.1.2.4 Todos los equipos interiores deben ser contruidos con materiales resistentes a la corrosión, acabados sin filos, ni componentes flojos. El proveedor deberá demostrar claramente y justificar las cualidades de los materiales usados.

2.1.2.5 Todos los soportes y accesorios metálicos que sostienen a la estación automática deben ser fabricados de materiales resistentes a la corrosión y rayos UV, incluyendo pero no limitados al acero inoxidable, aluminio anodizado o fierro de galvanización profunda en sumersión caliente.

2.1.2.6 Todas las tarjetas electrónicas deben estar selladas con pintura aislante para prevenir inexactitudes de medición causadas por el potencial de condensación del vapor de agua dentro del recinto de la estación automática.

2.1.2.7 Todos los cables deben ser flexibles a temperaturas inferiores a -40°C , y resistentes a la radiación UV. Los cables deberán usar metodologías de blindaje establecidas para limitar los efectos EMI y RFI. Incluirá, pero no se limitará a los pares torcidos blindados individualmente, a blindaje total, y a cables con drenajes.

2.1.2.8 Los equipos exteriores deben ser capaces de resistir una velocidad del viento no menor a 60 m/s, así como la vibración destructiva asociada al viento.

2.1.3 REGISTRADOR DE DATOS (Data Logger)

2.1.3.1 Interfaces de los Sensores

2.1.3.1.1 Interfaces analógicas y digitales

2.1.3.1.1.1 El Registrador de datos debe contar con las siguientes entradas, salidas y puertos de comunicación de los sensores:

a) Los puertos analógicos serán como mínimo dieciséis (16), con las siguientes opciones de distribución:

Entradas analógicas simples : no menor de 16
Entradas analógicas diferenciales : no menor de 8

Ó la combinación de ambos tipos, respetando la cantidad mínima de 16.

b) Entradas digitales de conteo (pulso): igual o mayor a 1

d) Puertos digitales RS232: igual o mayor a 3

e) Puerto digital SDI-12: 1 o más

f) Puerto digital RS485: 1 o más

g) Respecto a los puertos de comunicación RS232, se precisa que el Registrador de Datos debe realizar las conexiones con los siguientes equipos a la vez:

- Sensor con salida RS232
- Transmisor satelital
- PC (en este caso el puerto puede ser USB ó RS-232, pero mantendrá la cantidad de 3 puertos RS-232)

2.1.3.1.1.2 Las interfaces de los sensores debe proporcionar las siguientes funciones:

- a) Conversión analógica a digital (A/D) no será menor a 16 bits de resolución, los puertos de entrada analógicos podrán ser configurados como entrada simple, entrada diferencial, o una combinación de los mismos de acuerdo a la necesidad.
- b) Intervalo de medición configurable libremente entre 1 segundo y 24 horas en intervalos de un segundo independientemente y por separado para cada canal de medición.
- c) El Registrador de Datos debe estar habilitado para incorporar una variedad de sensores para futuras expansiones y actualizaciones, de tal modo que se cuente con módulos de fácil instalación provistos por





el proveedor, considerando como mínimo la cantidad del punto 2.1.3.1.1.

- d) El Registrador de Datos permitirá la configuración independiente de cada sensor considerando sus parámetros de medición y los coeficientes de calibración.
- e) El Registrador de Datos proveerá voltajes de salida conmutados para la alimentación energética eficiente de sensores y control de periféricos.
- f) El Registrador de Datos proveerá voltajes de referencia para la alimentación energética de sensores resistivos, que permitan los datos exactos de los mismos.
- g) Para reducir el coste de instalación y de mantenimiento, todas las conexiones de señales desde los sensores se realizarán a través de conectores impermeables independientes.
- h) Los conectores de los cables deben ser durables, resistentes a la corrosión y UV, preferiblemente de metal y tener una gran resistencia a la intemperie. Todos los conectores deberán ser claramente identificados, para evitar cualquier error en su procedimiento de conexión con la PCD.
- i) Al medir un sensor con salida potenciométrica y con el voltaje de excitación como voltaje de la referencia, habrá posibilidad para compensar cualquier inexactitud de este voltaje de la salida. Esta característica será configurable por el usuario siempre que esté la requiera.
- j) Se suministrarán al menos dos (2) conectores de sensor adicionales en el recinto de la PCD para su futuro uso.



2.1.3.1.2 Conexión de los sensores con las interfaces seriales

2.1.3.1.2.1 Debe incluir el Software y Hardware necesarios que permita la configuración e integración de sensores inteligentes. En caso de sensores inteligentes que realicen su propia conversión Analógica/Digital (A/D), éstos deben considerar la resolución mínima de conversión del Registro de Datos o mejor.



2.1.3.1.2.2 El PCD debe incluir como mínimo, los protocolos de comunicación RS-232, RS-485 y SDI-12.

2.1.3.2 Comunicación Serial

2.1.3.2.1 Líneas de Entrada/Salida seriales

2.1.3.2.1.1 Cada sistema debe contener un Puerto de Programación (Puerto Serial RS232 ó USB) para permitir la conexión de una PC portátil al Registrador de Datos, y a través de esta interfaz, realizar las funciones de inicialización, carga de software, archivos de configuración, descarga de datos almacenados y monitorización del funcionamiento de la unidad.





2.1.3.2.2 Una vez conectado, habrá acceso completo a todas las funciones de programación, tales como definiciones de sensores, procesos, cálculos, operaciones de comunicación y presentación/descarga de datos almacenados y monitoreo del funcionamiento del sistema.

2.1.3.2.3 El funcionamiento desde el Puerto de programación no debe interferir con el funcionamiento automático de las funciones de adquisición de datos, registro de datos y transmisión de datos (telemetría). El acceso a este puerto de mantenimiento será posible, a través de un conector ya equipado. El cable para esta conexión será incluido en la entrega.

2.1.3.2.4 El usuario podrá configurar las interfaces en cuanto a velocidad en baudios, número de bits de datos y de bits de parada, paridad y suma de comprobación. La velocidad de transmisión de datos como mínimo de 9600 bps ó superior.

2.1.3.2.5 Los puertos de interfaz serial tendrán un diseño modular (p. ej., módulos conectables) para asegurar que puedan instalarse nuevos canales y diseños de comunicación en el futuro sin necesidad de realizar modificaciones del Registrador de Datos o de otras tarjetas.

2.1.3.2.6 El proveedor deberá suministrar el software compatible con Windows 7 o superior, que permita leer, recuperar, archivar, visualizar los datos, inicializar y monitorear el Registrador de Datos a través del puerto de programación, así como de modo remoto a través de un modem.

2.1.3.3 Reloj de Tiempo Real (RTC)

2.1.3.3.1 El Registrador de Datos integrará un sistema de base de tiempos protegido contra los cortes de energía eléctrica de la estación.

2.1.3.3.2 La base de tiempos generará sistemas completos de hora local y UTC que sincronicen el funcionamiento autónomo de la estación. El UTC será calculado usando una variable Offset UTC, el cual puede ser ajustado por el usuario.

2.1.3.3.3 Para permitir la generación de alarmas y el intercambio de mensajes en tiempo real, la desviación del reloj deberá ser menor mejor a veinte (20) segundos por mes.

2.1.3.3.4 Deberá ser posible ajustar el Reloj en Tiempo Real (Real Time Clock – RTC) mediante los siguientes métodos:

- Localmente a través de comandos del Registrador de Datos
- Mediante comandos ejecutados de modo remoto a través de un módem o sistema celular.
- Utilizando señales procedentes del sistema GPS (sistema de posicionamiento global) conectado al transmisor satelital GOES.





2.1.3.4 Acceso Local al Registrador de Datos

2.1.3.4.1 El Registrador de Datos debe incluir un dispositivo de visualización con teclado o pantalla táctil (Touch Panel Display), en forma integrada o removible.

2.1.3.4.2 Utilizando el dispositivo de visualización con teclado y pantalla debe ser posible acceder a:

- a) Valores medidos y calculados por el Registrador de Datos (instantáneos e históricos).
- b) La configuración del Registrador de Datos y sensores.
- c) Tareas de mantenimiento
- d) Permitirá modificar la configuración básica del Registrador de Datos

2.1.3.4.3 El dispositivo de visualización con teclado o pantalla táctil (Touch Panel Display) debe ser capaz de visualizar adecuadamente los datos con la luz de la intemperie. El Registrador de Datos permitirá programar una clave de acceso.

2.1.3.4.4 El Registrador de Datos permitirá la instalación de archivos de configuración desde un dispositivo de memoria externa, tales como memoria tipo SD, o memoria portátil tipo USB, empleando rutinas de transferencia, a través del uso del dispositivo de visualización con teclado o pantalla táctil (Touch Panel Display); así mismo la recuperación de datos desde el Registrador de Datos a la memoria externa.



2.1.3.5 Transmisión de Datos

2.1.3.5.1 La estación podrá equiparse, como mínimo con cinco modos diferentes de transmisión de datos, tales como: Satélite GOES, Satélites comerciales, módems de radio (VHF o UHF), módems de línea dedicada, módems celulares (GSM-GPRS) y TCP/IP.



2.1.3.5.2 Debe cumplir con las siguientes características:

- a) El sistema enviará mensajes de datos automáticamente a intervalos definidos por el usuario. Deberá ser posible configurar varios mensajes de datos para atender diferentes fines y/o necesidades del usuario.
- b) El sistema permitirá que el centro de recepción, pueda obtener los datos remotamente en cualquier momento, a necesidad de la misma, en caso de estar equipado con un sistema de comunicación bidireccional.
- c) El sistema debe admitir una función de alarma.



2.1.3.5.3 En la propuesta se debe especificar y describir de manera explícita y clara, qué módulos podrían adaptarse en el futuro y cómo podrían adaptarse. Para aumentar la fiabilidad y la redundancia, la estación



automática será capaz de conectarse con un mínimo de dos dispositivos de telemetría diferentes al mismo tiempo, para lo que deberá incluir los puertos de comunicación necesarios.



2.1.3.5.4 Función de alarma

2.1.3.5.4.1 La PCD debe contar con la función de alarma, de tal forma que permita configurar uno ó más umbrales una vez que se haya alcanzado o superado, para este fin se podrá emplear la transmisión satelital GOES, o MODEM Celular si lo tuviera conectado.

2.1.3.5.4.2 La PCD permitirá al usuario configurar mensajes de alarma que se envíen automáticamente cuando el parámetro monitoreado cumpla lo siguiente:

- a) rebase los límites extremos superior e inferior definido por el usuario.
- b) experimente una razón de cambio creciente o decreciente definida por el usuario.

2.1.3.5.4.3 Cada parámetro medido y calculado podrá ser configurado individualmente, de tal modo que su umbral pueda ser definido libremente por el usuario.

2.1.3.5.4.4 El usuario podrá configurar el sistema para el envío del mensaje de alarma:

- a) una sola vez, la primera vez que se detecte, a pesar que la misma condición de alarma siga existiendo durante las comprobaciones siguientes
- b) cuando la condición de alarma deje de existir, es decir, cuando el parámetro recupere su valor nominal.

2.1.3.5.4.5 Además de enviar el mensaje de alarma al destino configurado por el usuario, la PCD tendrá la opción de almacenar el acontecimiento de la alarma junto con el valor de la medida.

2.1.3.5.4.6 La función de la alarma también podrá ser utilizada para activar un componente externa e.j. un contacto de relés, un interruptor ligero etc.

2.1.3.6 Software del Registrador de Datos

2.1.3.6.1 Requisitos generales

2.1.3.6.1.1 El Registrador de Datos realizará todas las funciones de adquisición, procesamiento, transmisión y archivo de datos las 24 horas, sin la intervención de un operador; así mismo realizará la auto-verificación del sistema y diagnóstico.



2.1.3.6.1.2 El software proporcionará toda la funcionalidad necesaria para una interface sencilla y eficiente con los sensores disponibles comercialmente

2.1.3.6.1.3 El Registrador de Datos permitirá actualizaciones del firmware.

2.1.3.6.1.4 El software cargado en el sistema se instalará en la memoria no volátil. En caso de interrumpirse la alimentación eléctrica del sistema, el programa, los parámetros del sistema y los datos registrados permanecerán intactos. No se permitirá memorias SRAM que requieran baterías de respaldo.

2.1.3.6.1.5 Las reconfiguraciones y/o actualizaciones serán cargables. El nuevo software o los nuevos archivos de configuración podrán cargarse al sistema a través del puerto serial, y también de forma remota.

2.1.3.6.1.6 Se utilizará un temporizador de vigilancia para producir un reinicio automático del sistema en caso de ocurrir un fallo de hardware o un error de adquisición de datos irreparable.

2.1.3.6.1.7 El software de configuración se ejecutará en forma compatible con Windows 7 o superior.

2.1.3.6.2 Adquisición de datos

2.1.3.6.2.1 El Registro de Datos admitirá modos diferentes de adquisición de datos:

- a) Adquisición programada
- b) Adquisición de datos desde la estación central, a petición del usuario
- c) Adquisición cuando se presente una alarma.

2.1.3.6.2.2 La frecuencia de adquisición de datos podrá configurarse individualmente para cada sensor. La frecuencia podrá ajustarse entre 1 segundo y 24 horas en incrementos de 1 segundo.

2.1.3.6.3 Control de la calidad de los datos en el Registrador de Datos

2.1.3.6.3.1 El software del Registrador de Datos incluirá comprobaciones de control de calidad para asegurar que los datos recibidos sean exactos y completos.

2.1.3.6.3.2 Si los datos de cualquier sensor son erróneos o faltan (p. ej., si no llega corriente al sensor) el parámetro se registrará con caracteres configurables por el usuario (p. ej., ///// o el texto "No válido")

2.1.3.6.3.3 Los datos que faltan, se sustituirán por caracteres configurables por el usuario (p. ej., ///// o el texto "Faltan"). El Registrador de datos deberá continuar muestreando estos datos, y si la condición del error es corregida, los datos del sensor serán automáticamente registrados



2.1.3.6.3.4 El Registrador de Datos incluirá, como mínimo, la siguiente comprobación de control de calidad:

- a) Para cada parámetro medido, habrá límites climatológicos superiores e inferiores que correspondan con los límites de funcionamiento normales del sensor, con el fin de impedir el registro de valores posiblemente falsos. El usuario podrá configurar estos parámetros para ajustarlos a las condiciones climatológicas locales.
- b) Para cada parámetro se contará con una validación de "razón de cambio". Si el valor de la salida del sensor experimenta un cambio superior al valor máximo establecido entre dos mediciones consecutivas. El valor se definirá como "no válido". El usuario podrá configurar este parámetro para ajustarlo a las condiciones climatológicas locales.
- c) Para cada cálculo estadístico se contará un parámetro configurable por el usuario para definir el número mínimo de muestras disponibles para calcular los valores estadísticos. Si el número de muestras es inferior al valor establecido por el usuario, el valor se definirá como "no válido".



2.1.3.6.3.5 El Registrador de Datos proveerá valores de estado indicando información detallada sobre el estado de los sensores conectados.

2.1.3.6.4 Cálculos estadísticos

2.1.3.6.4.1 El software del registrador de datos debe admitir, como mínimo, las siguientes funciones de cálculo para los valores medidos y calculados:

- a) Cálculo de valores promedio durante los periodos definidos por el usuario.
- b) Medición de valores mínimos y máximos durante los periodos definidos por el usuario.
- c) Cálculo de valores de desviación estándar durante los periodos definidos por el usuario
- d) Cálculo de valores acumulativos durante los periodos definidos por el usuario.

2.1.3.6.4.2 El usuario podrá configurar individualmente el periodo y el intervalo para cada cálculo. El periodo y el intervalo podrán ajustarse entre 1 segundo y 24 horas en incrementos de 1 segundo.

2.1.3.6.5 Registro de datos

2.1.3.6.5.1 El Registrador de Datos debe contar con una memoria RAM interna no volátil incorporada, igual o mayor a 4 MB, expandible para el



almacenamiento temporal de los datos, en caso de falla en la transmisión de datos. Alta capacidad de almacenamiento es recomendado. Memorias de tecnología SRAM que requieran una batería para mantener los datos, no serán aceptados.

2.1.3.6.5.2 Los parámetros que deben registrarse y los intervalos serán parámetros configurables por el usuario.

2.1.3.6.5.3 Una vez llena la memoria, los datos recientes se guardaran en el lugar de los más antiguos.

2.1.3.6.5.4 El sistema debe permitir la lectura de tarjetas de memoria flash, ó SD extraíbles para ampliar la capacidad de registro de datos.

2.1.3.6.5.5 La tarjeta de memoria extraíble tendrá una capacidad mínima de 1 GB.

2.1.3.6.5.6 La tarjeta de memoria podrá retirarse y cambiarse con facilidad sin necesidad de utilizar herramientas. Los datos se registrarán en un formato que pueda leerse en cualquier PC sin necesidad de utilizar un dispositivo lector especial.



2.1.3.6.6 Software del terminal

2.1.3.6.6.1 La PCD se entregará con software de terminal de fácil uso. El software deberá ser compatible con Windows 7 ó superior.

2.1.3.6.6.2 El software estará basado en menús y automatizará funciones cotidianas tales como la recolección de los archivos de datos registrados de la memoria del sistema, la conversión de los archivos de datos registrados a un formato adecuado para su análisis posterior mediante paquetes de software comerciales estándar y la descarga de los nuevos archivos de configuración al sistema.

2.1.3.6.7 Programa de configuración basado en PC

2.1.3.6.7.1 El sistema se suministrará con software de configuración basado en PC para permitir una fácil configuración y modificación de todos los parámetros del sistema y de su funcionamiento. Este software deberá ser compatible con Windows 7 ó superior.

2.1.3.6.7.2 El software estará basado en menús y utilizará plantillas ya preparadas.

2.1.3.6.7.3 El software de configuración basado en PC incluirá, como mínimo, las siguientes funciones:

- a) Selección de los sensores estándar en la biblioteca de sensores, incluidos los parámetros específicos de los sensores y sus valores predeterminados. El usuario podrá configurar nuevas definiciones de sensores y añadirlas a la biblioteca de configuración existente.



- b) Definición del intervalo de medición entre 1 segundo y 24 horas en incrementos de 1 segundo, individualmente para cada sensor.
- c) Definición del coeficiente de calibración, los parámetros de alimentación eléctrica y los parámetros de validación de datos específicos de los sensores.
- d) Selección de la fórmula de cálculo y las conversiones de unidades en la biblioteca ya creada.
- e) Definición de varios grupos de registro independientes con parámetros definidos por el usuario e intervalos de registro de entre 1 segundo y 24 horas en incrementos de 1 segundo. Los se registraran en archivos diarios independientes para facilitar su descarga.
- f) Formato libre de los mensajes de datos producidos. Los mensajes pueden incluir datos y texto ASCII en cualquier combinación configurable por el usuario. El intervalo de creación de mensajes establecido de datos será un parámetro definido por el usuario, comprendido entre 1 segundo y 24 horas. Los mensajes se enviarán automáticamente cuando se rebase el umbral alarma.
- g) Función de alarma configurable por el usuario en cuanto a los parámetros monitorizados, los criterios de alarma y las medidas que deben adoptarse cuando se detecta una condición de alarma.



2.1.4 Recinto de Protección

2.1.4.1 Protección contra la intemperie

2.1.4.1.1 Todos los componentes de la PCD, incluido el Registrador de Datos, las interfaces de sensores, los transmisores de telemetría, la batería y su regulador, se instalarán en el interior de una caja sellada resistente a la intemperie y protegida contra la lluvia, altos niveles de humedad, polvo e insectos; dicho recinto cumplirá las normas NEMA-4 o IP-65 como mínimo.

2.1.4.1.2 Todas las conexiones eléctricas en el exterior de esta caja protectora se realizarán a través de conectores impermeables, con un conector por cada sensor o pareja de sensores.

2.1.4.1.3 Todos los puertos estarán claramente etiquetados con su función.

2.1.4.1.4 La caja de los equipos estará fabricada de un material resistente a la corrosión y la radiación ultravioleta.



2.1.4.1.5 Para la conexión del cable de la antena, se debe utilizar conectores de tipo N, los cuales son resistentes a la corrosión.

2.1.4.1.6 La caja estará equipada con los accesorios de montaje necesarios para un mástil metálico.

2.1.4.1.7 Cuando se utilice un sensor de presión, la caja debe estar preparada para permitir la instalación de un cabezal de presión estático con el fin de reducir al mínimo el error causado por la turbulencia del viento en la salida de presión.

2.1.4.1.8 Todo el cableado en el interior de la caja debe realizarse mediante conductos de cables. No se permiten cables o hilos sueltos en el interior de la caja.

2.1.4.1.9 La caja de equipos debe contener un contacto de puesta a tierra seguro en su parte inferior que sirva de punto de conexión común para la puesta a tierra estática y de seguridad.

2.1.4.1.10 La Estación Automática estará protegido contra daños causados por sobre-voltajes inducidos por rayos en todas las líneas de entrada de los sensores, líneas de alimentación eléctrica y de comunicación. El diseño de la protección contra transitorios será modular para facilitar el cambio del dispositivo protector sin necesidad de utilizar herramientas especiales.

2.1.4.2 SISTEMA DE ENERGÍA ELECTRICA

2.1.4.2.1 Baterías

2.1.4.2.1.1 La estación automática funcionará con baterías conjuntamente con un panel solar. Las baterías serán recargables, selladas y del tipo libre-mantenimiento. Las baterías serán de ciclo profundo.

2.1.4.2.1.2 Todas las conexiones de alimentación eléctrica del DCP y periféricos, deberán tener protección de voltaje inverso y protección de corto circuito para prevenir daños accidentales al sistema.

2.1.4.2.1.3 Las baterías tendrán capacidad para suministrar energía al sistema durante veintiún (21) días (como mínimo) sin necesidad de recargarse. Los paneles solares deberán proporcionar, al menos, tres (3) veces el consumo de energía medio de todo el sistema.

2.1.4.2.2 Panel Solar

2.1.4.2.2.1 El panel solar debe incluir cable de ocho (8) metros como mínimo, conector y elementos de montaje para el mástil metálico ofertado, el mismo que permitirá la regulación del ángulo de inclinación.

2.1.4.2.2.2 El panel solar no debe contar un regulador de voltaje incorporado.





2.1.4.2.2.3 El tamaño mínimo del panel solar no debe ser inferior a 20W.

2.1.4.2.2.4 El sistema debe reanudar su funcionamiento normal sin intervención humana tras producirse un corte de energía eléctrica. Una vez restaurada la alimentación eléctrica, el sistema no producirá datos erróneos.

2.1.4.2.2.5 El Panel solar debe ser de una construcción resistente a la corrosión y UV. El Panel Solar debe tolerar y continuar funcionando frente a vientos superiores no menores a 60 m/s.

2.1.4.2.2.6 Se debe realizar una evaluación verificable del balance de energía de la estación automática con el fin de demostrar que las baterías y los paneles solares cumplen los requisitos.

2.1.4.2.3 Controlador de Carga

2.1.4.2.3.1 El Controlador de carga de la batería debe estar provisto de una función de compensación de temperatura y de protección contra la sobrecarga de la batería.

2.1.4.2.3.2 El Controlador de carga debe mostrar una indicación del estado de la batería y de la carga.

2.1.4.2.3.3 El Controlador de carga debe contar con un terminal negativo a tierra.

2.1.4.2.3.4 El Controlador de carga debe considerar las siguientes características:

- a) Corriente de carga: mayor o igual a 4 A.
- b) Voltaje de regulación: 12 V CC (reconexión de carga)
- c) Coeficiente de Compensación: - 20 mV/°C

2.2 SENSORES

2.2.1 Parámetros y Funciones de medición requeridos

2.2.1.1 Las funciones de medición de cada sensor, pueden ser:

- a) Datos Instantáneos
- b) Datos Promedio
- c) Datos Promedio Vectorial
- d) Datos Acumulados
- e) Datos Máximos
- f) Datos Mínimos
- g) Datos provenientes de un calculo indicado por el usuario

2.2.2 Requerimientos Generales para todos los sensores

2.2.2.1 Los sensores deben ser intercambiables, cada tipo de sensor deberá estar habilitado para funcionar en todas las estaciones, de acuerdo a su configuración.





- 2.2.2.2 Las constantes de la calibración para un sensor se podrán incorporar en el sistema cuando un sensor este instalado. Los factores de calibración incluirán pero no serán limitadas a las siguientes consideraciones:
- a) Constantes de calibración de sensor; Offset y slope
 - b) Parámetros de validación de datos provenientes de los sensores
- 2.2.2.3 Todos los sensores tendrán una construcción robusta de alta calidad, con materiales resistentes a la corrosión y exposición UV, incluyendo, pero no limitados al acero inoxidable, aluminio anodizado, y al plástico de alto impacto.
- 2.2.2.4 Los montajes, las bases y los sujetadores metálicos serán robustos y fabricados de materiales resistentes a la corrosión, y a la exposición UV, incluyendo pero no limitados al acero inoxidable, aluminio anodizado o al fierro galvanizado en sumersión caliente.
- 2.2.2.5 Todos los sensores serán operados independientemente por la estación automática de modo que la falla de un sensor o sensores no afecte al funcionamiento de los sensores restantes.
- 2.2.2.6 Los cables de los sensores serán hechos de un material de alta calidad, con flexibilidad adecuada en temperaturas extremas, impermeable y deberán ser resistentes a los rayos UV, así mismo deberán contar con las óptimas dimensiones para realizar las mediciones. También se debe tomar en cuenta métodos para proteger los cables contra interferencias externas. Adicionalmente, se considerará lo indicado en el punto 2.1.2.7.
- 2.2.2.7 Todos los sensores deben contar con un certificado de calibración de fábrica, el mismo que indicara el empleo de patrones trazables con el Sistema Internacional de Unidades ó equivalente.
- 2.2.2.8 Todos los sensores podrán trabajar hasta 6000 msnm.

2.2.3 Sensor de Velocidad y Dirección de Viento

2.2.3.1 Características Comunes

- 2.2.3.1.1 Los sensores usados para la medida de velocidad y dirección del viento podrán ser sensores integrados, además de ser ligeros.
- 2.2.3.1.2 La altura de medición estándar del viento será a 10 metros.
- 2.2.3.1.3 El sensor debe estar construido de material plástico altamente resistente a la corrosión y a la radiación UV.
- 2.2.3.1.4 Para minimizar el consumo de energía la PCD administrará la energía de los sensores.
- 2.2.3.1.5 El sensor tendrá capacidad de medición de ráfagas de viento.
- 2.2.3.1.6 No se aceptará sensores con interruptores magnéticos.





2.2.3.2 Sensor de Velocidad

2.2.3.2.1 El sensor de la velocidad del viento será un anemómetro de respuesta rápida.

2.2.3.2.2 El sensor de viento debe cumplir con los siguientes especificaciones:

- a) Rango: 0 – 60 m/s o mayor
- b) Resolución: no mayor a 0.1 m/s
- c) Exactitud: Mínimo $\pm 0,3$ m/s o $\pm 3\%$ de la lectura, para lecturas de 0 hasta 35 m/s;
 $\pm 5\%$ de la lectura para lecturas de 35 a 60 m/s.
- d) Umbral 0.4 m/s o mejor

2.2.3.3 Sensor de Dirección de Viento

2.2.3.3.1 El Sensor de Dirección debe cumplir con las siguientes especificaciones

- a) rango de medición: de 0 a 360° (sin banda muerta) (unidades en grados sexagesimales)
- b) Resolución: 1° o menor
- c) Exactitud: $\pm 3^\circ$ ó mejor

2.2.4 Sensor de Humedad Relativa del Aire

2.2.4.1 La humedad relativa será medida con una fina película, del tipo de transductor capacitivo, independiente del sensor de temperatura del aire.

2.2.4.2 El sensor debe estar protegido por un filtro tipo membrana, fácilmente lavable y removible.

2.2.4.3 El sensor de humedad debe ser instalado dentro de un protector (estructura de placas apiladas), protegiendo los resultados de la medición de los efectos de la radiación solar directa, polvo y de la lluvia. El protector estará fabricado de un material termoplástico estabilizado a rayos UV, con acabado exterior de color blanco.

2.2.4.4 El sensor de humedad relativa debe cumplir las siguientes especificaciones:

- a) Rango de Medición: 0 a 100% HR
- b) Exactitud: $\pm 2\%$ HR o mejor, para todo el rango de medición
- c) Estabilidad $< 1\%$ RH / año
- d) Rango de Salida: 0 a 1 VCC o mejor





2.2.5 Sensor de Temperatura del Aire

2.2.5.1 La temperatura del aire debe ser medido por un transductor resistivo tipo platino (Pt-100), independiente al sensor de humedad relativa del aire.

2.2.5.2 Para minimizar los efectos de la resistencia de los cables, el elemento Pt-100 debe usar la técnica de medición de resistencia de 4-cables, los mismos que deberán ser conectados directamente al Registrador de Datos.

2.2.5.3 La alimentación debe ser proveída por el Registrador de Datos, y deberá ser limitada a un máximo de 1 mA CD para minimizar el auto-calentamiento del elemento sensible.

2.2.5.4 El sensor de temperatura del aire debe cumplir con las siguientes especificaciones:

- a) Rango de medición: -40 a +60°C o mejor
- b) Exactitud : No mayor a +/- 0.2 °C en todo el rango
- c) Resolución: 0.1°C
- d) Consumo de corriente ≤ 1 mA máximo
- e) Protección IP67 (norma para sensor sumergible)

2.2.5.6 El sensor de Temperatura del aire debe ser diseñado y construido de tal modo que permita la calibración en baño líquido.

2.2.5.7 El sensor de Temperatura del aire se instalará en el interior de un protector protegiendo los resultados de la medición de los efectos de la radiación solar directa, polvo y de la lluvia. El protector de radiación (estructura de placas apiladas) estará fabricado de un material termoplástico estabilizado a rayos ultravioleta con un acabado exterior de color blanco.

2.2.6 Sensor de Precipitación

2.2.6.1 El sensor de precipitación debe ser fabricado por un material resistente a la corrosión, y rayos UV; así mismo tendrá como elemento transductor una báscula oscilante, o una galga de tecnología alternativa.

2.2.6.2 El sensor debe ser diseñado para minimizar el flujo de aire, y alterar la superficie de captación.

2.2.6.3 El sensor debe cumplir las siguientes especificaciones.

- a) Resolución : 0.1 mm o mejor para cantidad
0.1 mm/h o mejor para intensidad
- b) Exactitud : 0.1 mm para ≤ 5mm, para cantidad
2% para > 5 mm para cantidad
0.1 mm/h para 0.2 a 2 mm/h, para intensidad





- 5% para > 2 mm/h para intensidad, ó mejor
- c) rango : 0 a 500 mm ó mejor, para cantidad
0.02 a 500 mm/h ó mejor, para intensidad
- d) Área de Colección: 200 cm²

2.2.6.4 Se proporcionará una plataforma metálica y los soportes correspondientes, de forma que el área de captación se ubique a 1.20 m sobre el suelo.

2.2.6.5 Para la nivelación del sensor de precipitación, debe incluir los accesorios necesarios, tales como una burbuja de nivel incorporado y perillas de nivelación

2.2.6.6 El sensor de precipitación debe contener una malla (0.25x0.25 cm) que cubra el área de colección interna, antes del orificio sumidero; para su protección contra elementos sólidos que obstruyan el orificio de ingreso.

2.2.7 Sensor de Radiación Solar

2.2.7.1 El sensor de radiación solar debe ser un piranómetro de primera clase como lo define la OMM. Ello será conveniente para la medida de la radiación solar sobre una superficie plana (W/m²). Deberá incorporar un sensor de 64 termocuplas ó mejor, los cuales serán simétricamente ubicados debajo un domo de vidrio.

2.2.7.2 El Piranómetro incluirá una pantalla blanca para prevenir su calentamiento, así mismo debe ser suministrado con accesorios y pernos de nivelación.

2.2.7.3 Incluye un cartucho de secado que mantendrá el interior libre de humedad, el mismo que será removible.

2.2.7.4 El sensor cumplirá las siguientes especificaciones:

- a) Elemento transductor: Termopila
- b) Rango espectral: 285 – 2800 nm
- c) Sensibilidad: 5 – 20 μ V/W/m² ó mejor
- d) Impedancia: 20 a 200 ohmios ó mejor
- e) Tiempo de Respuesta: < 18 s Al 95% del valor final
- f) No linealidad: < 1% De 0 a 1000 W/m² irradiancia
- g) Sensibilidad dependiendo de la temperatura
<4%, Variación en el rango de -10 a +40°C
- h) error de inclinación: <1%
- i) Zero Offset A < 15 W/m²
- j) Zero Offset B < 4 W/m²
- k) Temperatura de Operación: -40 a + 80°C
- l) Angulo de Medición: 180°
- m) Error Direccional: < 20 W/m²





- n) Máxima radiación: 2000 W/m²
- o) No estabilidad: < 1 %
- p) Incertidumbre total diaria: < 5%

2.2.7.6 El sensor de radiación solar, debe incluir los soportes metálicos correspondientes, cuya longitud no menor a 1 m.

2.2.8 Sensor de Presión Atmosférica

2.2.8.1 La presión atmosférica será medida con un transductor de estado sólido de silicio.

2.2.8.2 El sensor tendrá una estabilidad de largo plazo sobre toda la gama de temperaturas de funcionamiento.

2.2.8.3 El sensor tendrá la capacidad de compensación de temperatura para garantizar la exactitud requerida sobre todo el rango de temperatura de funcionamiento

2.2.8.4 Si el sensor es ubicado en el exterior del recinto, su cubierta debe tener una protección IP66 o equivalente, con la finalidad de evitar la humedad al interior del mismo; o si el sensor es instalado dentro del recinto Nema4x/IP66 de la PCD, deberá incluir una manguera para tomar las muestra externas.

2.2.8.5 El sensor cumplirá las siguientes especificaciones:

- a) Rango: Rango mínimo 500 a 1100 hPa
- b) Exactitud: +/- 0.2 hPa ó mejor en todo el rango de temperatura
- c) Resolución: 0.1hPa ó mejor
- d) Rango de temperatura de funcionamiento: -40 a + 60°C ó mejor

2.2.9 Sensor de Nivel de Agua

2.2.9.1 Dependiendo de las condiciones del lugar de instalación podrán ser:

- a) Radárico
- b) Presión de nivel de agua (Burbujas)
- c) Piezométrico o Sumergible

2.2.9.2 Sensor de Nivel tipo Radárico

2.2.9.2.1 El Sensor de Nivel de Agua del tipo Radárico debe estar habilitado para trabajar hasta por lo menos hasta 5000 m.s.n.m

2.2.9.2.2 El sensor de radar debe instalarse fácilmente de un puente, en un bastidor de medición, una tubería o un brazo de extensión, verticalmente sobre el río o embalse. La instalación incluirá los soportes y accesorios metálicos necesarios para su instalación, los mismos que serán fabricados de fierro galvanizado de por lo menos





550 gr/m2 ó mejor.

2.2.9.2.3 El sensor de nivel de agua cumplirá las siguientes especificaciones mínimas:

- a) Principio de medición: Rádarico
- b) Frecuencia : 6GHz ó mayor
- c) Rango de medición:
Límite inferior: menor o igual a 1.5m
Límite superior: mayor igual a 18 m
- d) Exactitud: ± 3 mm o mejor
- e) Resolución: menor igual a 1 mm
- f) Interface de comunicaciones: SDI-12
- g) Protección NEMA 4/ IP56 ó mejor
- h) Angulo de medición: Menor o igual a 16°

2.2.9.2.4 El sensor debe enlazarse con el PCD a una distancia:

- Tipo conexión: - alámbrico: hasta 100 m, ó
- inalámbrico: 500 m o mayor

2.2.9.3 Sensor de nivel tipo burbuja/presión

2.2.9.3.1 El Sensor de nivel tipo burbujas debe disponer de compresor y tubería de distribución, para el propósito de medir niveles de agua usando el principio de medición de burbujas,

2.2.9.3.2 El sensor de nivel de burbujas será un sistema robusto y fiable para tomar medidas del nivel del agua en aguas superficiales.

2.2.9.3.3 El compresor integrado debe ser pequeño y eficiente.

2.2.9.3.4 La programación del burbujeo del aire, que a través de un tubo de presión será a intervalos de medida ajustables por el usuario.

2.2.9.3.5 El sensor debe ser capaz de detectar cambios rápidos del nivel de agua. La unidad debe alojarse dentro del mismo recinto de fibra del PCD.

2.2.9.3.6 Debe permitir purgas programadas como mínimo una vez al día.

2.2.9.3.7 Cada sensor de nivel de burbuja debe tener un dispositivo de terminación del orificio especial que facilite su mantenimiento.

2.2.9.3.8 El sensor deberá incluir las siguientes especificaciones:

- a) Transductor: Sensor de Presión,
- b) Rango de Medición: 0 – 22 PSI (0 – 15 m) ó mejor
- c) Exactitud: $\pm 0.1\%$ en todo el rango de medición ó mejor
- d) Resolución: 0.014 psi
- e) Tipo de Compresor: De Pistón
- f) Temperatura de funcionamiento: -20°C a +50°C ó mejor
- g) Presión de Purga: Programable
Relación de Purga: Programable



2.2.9.3.9 El sensor debe incluir un puerto de programación y puerto de salida de datos

2.2.9.3.10 El sensor debe incluir secador de aire desecante

2.2.9.4 Sensor de Piezométrico o Sumergible

2.2.9.4.1 Transductor semiconductor de salida SDI-12 ó 4 a 20 mA. En un extremo del Tubo debe tener un filtro de protección contra partículas que puedan dañar al transductor. Al otro extremo deberá tener un sello hermético vulcanizado para el paso del cable del conexionado evitando el paso del agua.

2.2.9.4.2 La medición del nivel de agua se realizará mediante un transductor de presión sumergible.

2.2.9.4.3 Protección contra descargas atmosféricas incorporadas

2.2.9.4.4 El sensor permitirá la autocompensación de los datos del nivel de agua, influenciados por la temperatura y presión atmosférica,

2.2.9.4.5 Cable recubierto con Poliuretano que evite la elongación

2.2.9.4.6 El sensor deberá cumplir las siguientes especificaciones:

- a) Rango: desde 0 a 20 metros ó mejor
- b) Exactitud: +/- 1 cm a escala total ó mejor
- c) Resolución: < 0.01 % de la escala total
- d) Señal de salida: SDI-12, de 4 a 20 mA
- e) Temperatura de Operación: de -5 a +60°C ó mejor
- f) Material: Acero Inoxidable,
- g) Protección: IP68 o equivalente

2.2.10 Sensor Multi-parámetro de Calidad del Agua

2.2.10.1 Parámetros de medición:

- a) Temperatura del agua
- b) Oxígeno disuelto
- c) Conductividad
- d) PH, medición con electrodo integrado
- e) Nivel
- f) Turbidez

2.2.10.2 Consideraciones generales para el sensor multi-parámetro

- Interfase de comunicación de datos: SDI-12
- Puerto de comunicación con Computadora: RS232 y/o USB (debe incluir cable de conexión)
- Capacidad de Almacenamiento: más de 120 mil mediciones
- Temperatura de operación: -5 a 50°C ó mejor
- Puertos adicionales mínimos para sensores de medición: 1

2.2.10.3 Temperatura del Agua:





Rango: -5 a 50°C ó mejor
Exactitud: +/- 0,15°C ó mejor
Resolución: +/- 0,01°C ó mejor

2.2.10.4 Oxígeno Disuelto:

Método de Medición: Óptico
Rango mínimo: 0 a 50 mg/L ó mejor
Exactitud: +/- 0,2 mg/L ó 2% de lectura en concentraciones de 0 a 20 mg/L ó mejor
Resolución: 0,01 mg/L)

2.2.10.5 pH:

Rango: 0 a 14
Exactitud: +/- 0,2 unidades ó mejor
Resolución: 0,01 unidades

2.2.10.6 Conductividad

Rango mínimo: 0 a 100 mS/ cm ó mejor
Exactitud: 0.5% de la lectura + 0,001 mS/cm ó mejor
Resolución: 0,001 a 0,1 mS/cm. ó mejor

2.2.10.7 Nivel

Rango mínimo: 0 a 9 metros ó mejor
Exactitud: +/- 3 mm ó mejor
Resolución: 1 mm ó mejor

2.2.10.8 Turbidez (con auto-limpiante)

Método de medición: Óptico
Rango mínimo: 0 a 3000 NTU ó mejor
Exactitud: +/- 2%, ó mejor
Resolución: 0.1 NTU ó mejor

Incluye:

- Kit de mantenimiento
- 50 m. de cable ó mayor
- Protector para el sensor
- Manual de Operaciones impreso original.
- Estándares de calibración para cada uno de los sensores.
- Kit de instalación: (Soportes, accesorios metálicas para fijación del sensor en el río, tubo de protección)

2.2.11 Sensor de Humedad de Hoja

2.2.11.1 El sensor debe cumplir las siguientes especificaciones:

- a) Rango de medición: Desde seco a completamente húmedo.
Escala según fabricante
- b) Temperatura de Operación: -10 a 50°C ó mejor
- c) Tipo conexión: - alámbrico: hasta 50 m





- inalámbrico: 500 m o mayor
- d) Transductor: Resistencia eléctrica
- e) Interface de comunicación: SDI-12

2.2.12 SENSOR MULTIPARAMETRO DE MEDICION DE SUELO

2.2.12.1 Parámetros de medición:

- a) Contenido volumétrico de agua (VWC)
- b) Conductividad Eléctrica (CE)
- c) Temperatura (°C)

2.2.12.2 Consideraciones generales para el sensor multi-parámetro

- a) Interface de comunicación: SDI-12
 - b) Tipo conexión: - alámbrico: hasta 50 m, ó
- inalámbrico: 500 m o mayor
- Kit de instalación para 3 profundidades

2.2.12.3 Contenido volumétrico de agua

- a) Exactitud: +/-1 □a en el rango de 1 a 40 ó mejor
+/-15% en el rango de 40 a 80 ó mejor
- b) Rango de □a : de 1 a 80
- c) Resolución de □a : 0.1 de 1 a 20 ó mejor
<0.75 de 20 a 80 ó mejor

2.2.12.4 Conductividad Eléctrica (CE)

- a) Exactitud: +/- 10% de 0 a 7 dS/m
- b) Resolución: 0.01 dS/m de 0 a 7 dS/m ó mejor
0.05 dS/m 7 a 23 dS/m ó mejor
- c) Rango: 0 a 23 dS/m

2.2.12.5 Temperatura

- a) Rango: -40°C a +50°C
- b) Exactitud: +/- 1°C (0 – 50°C ó mejor)
- c) Resolución: 0.1°C ó mejor

2.2.13 Sensor de Evaporación - Nivel de Agua

2.2.13.1 El sensor será del tipo Flotador

2.2.13.2 El sensor cumplirá las siguientes especificaciones:

- a) Rango de Medición : 0 a 25 cm
- b) Protector : Nema4X/IP56 ó mejor
- c) Principio de medición: Potenciómetro
- d) Exactitud : +/- 0,25% del rango total ó mejor
- e) Diámetro : 8"

2.2.13.4 Debe incluir un tanque de evaporación tipo A, según recomendación de la CIMO - OMM.





2.2.13.5 El material del tanque será de acero inoxidable.

2.2.13.5 El tanque de evaporación deberá incluir su malla protectora para evitar la caída de objetos extraños al tanque.

2.2.13.6 Deberá incluir una base de madera que sirva de soporte al tanque.

2.2.13.7 Las dimensiones del tanque deberán ser:

- a) Diámetro: 120.7 cm
- b) Profundidad_ 25.4 cm

2.2.14 SENSOR DE RADIACION FOTOSINTETICAMENTE ACTIVA

2.2.14.1 El sensor debe cumplir las siguientes especificaciones:

- a) Rango Espectral: de 400 a 700nm \pm 4 nm
- b) Sensibilidad PQS 1: 4 to 10 μ V/ μ mol/m²-s
- c) Respuesta temporal PQS 1: < 1 μ s
- d) No-linealidad: < 1%
- e) Dependencia de la Temperatura: < -0.1 %/°C
- f) Cambio de la sensibilidad por año: < 2 %
- g) Error direccional (arriba de 80°C): < 3 %
- h) Impedancia: 240 Ω
- i) Angulo de medición: 180°
- j) Temperatura de Funcionamiento: -30°C a +70°C

2.2.14.2 El sensor de radiación solar debe incluir los soportes metálicos correspondientes, cuya longitud no menor a 1 m.

2.3 SISTEMA DE TELEMETRÍA

2.3.1 Requisitos Generales

2.3.1.1 Las estaciones automáticas deben ser capaces de actuar recíprocamente con varios sistemas de telemetría modernos y deberán tener la capacidad de operar como mínimo con dos sistemas diferentes de telemetría simultánea e independientemente.

2.3.2 Telemetría vía satélite

2.3.2.1 Requisitos Generales

2.3.2.1.1 Con el fin de optimizar el acceso a la telemetría y el coste; la estación automática debe ser capaz de establecer comunicación con diversos sistemas de telemetría vía satélite.

2.3.2.1.2 El sistema de transmisión vía satélite debe incluir antena, cables y supresores de sobrevoltaje. El transmisor deberá instalarse en la misma caja de equipos que los equipos principales. También recibirá su alimentación eléctrica del mismo sistema de panel solar/red eléctrica.





2.3.2.1.3 Para reducir el coste de la transmisión de datos, el software debe incluir un módulo opcional de compresión de datos para reducir el número de bytes enviados, especialmente cuando se utilicen transmisores vía satélite.

2.3.2.2 Transmisión vía Satélite GOES

2.3.2.2.1 Para transmitir datos a través del satélite GOES, la estación automática debe estar equipada con un transmisor de alta velocidad de transmisión de datos. El transmisor deberá estar aprobado por la National Environmental Satellite, Data and Information Services (NESDIS) de acuerdo con la versión vigente de alta velocidad de transmisión de datos.

2.3.2.2.2 El transmisor debe admitir los modos aleatorios y auto-temporización.

2.3.2.2.3 Los canales del transmisor y las velocidades de transmisión de datos deben ser parámetros configurables que pueda ajustar automáticamente el sistema de acuerdo con los programas de transmisión configurados por el usuario. Por lo que podrá transmitir a 300 y 1200 bps.

2.3.2.2.4 Para garantizar un cronometraje exacto, el transmisor debe disponer de un receptor GPS integrado. El mismo receptor se utilizará asimismo para sincronizar el reloj del DCP.

2.3.2.2.5 Con el fin de reducir al mínimo el consumo de energía de la Estación Automática, el consumo de energía eléctrica del transmisor no debe ser superior a 4 amperios en el modo de transmisión de 300bps.

2.3.2.2.6 El transmisor permitirá ser programado para realizar transmisiones horarias, con datos de la hora correspondiente y datos redundantes de una hora.

2.3.2.2.7 La transmisión se realizará en formato pseudobinario.

2.3.2.2.8 El transmisor operará en el rango de frecuencias indicadas por la NESDIS en el memorandum N° 40; de 401.7 a 402.1MHz.

2.3.2.2.9 El transmisor debe contar Protección contra circuito abierto y corto circuito de la señal de salida del transmisor.

2.3.2.2.10 El transmisor debe considerar las siguientes características:

- Formato del dato: ASCII y Pseudo binario
- Potencia de Transmisión a 300 bps: 10 W o menor
- Indicadores de Estado: Lee indicadores de funciones múltiples
- Puertos de Comunicación: Puertos RS232





2.3.2.2.11 El fabricante indicará explícitamente la distribución de los parámetros hidro-meteorológicos de las tramas generadas por las estaciones automáticas, enviadas por los transmisores satelitales GOES y recepcionadas en el SENAMHI.

2.3.2.2.12 Los datos transmitidos serán de formato abierto, de ninguna manera se considerarán formatos propietarios, ni de punto flotante; los datos con decimales se convertirán a enteros y luego durante la decodificación en la estación terrena, se retomarán los decimales correspondientes, multiplicando con el factor 10^{-n} , donde n es la cantidad de decimales de cada dato. La trama de datos transmitidos deberán respetar los datos en fila.

2.3.2.3 ANTENA DE TRANSMISIÓN TIPO YAGI

2.3.2.3.1 La antena tipo Yagi cruzada debe ser ligera y resistente a la intemperie, diseñada para funcionar en el rango de frecuencia de 401.7 – 402.1MHz.

2.3.2.3.2 La ganancia de la antena debe ser de 10 dB o mejor.

2.3.2.3.3 La relación de onda estacionaria (SWR) debe ser 1.5 o superior.

2.3.2.3.4 La antena debe estar equipada con un supresor de sobrevoltaje que proteja el transmisor GOES contra los sobrevoltajes inducidos por los rayos.

2.3.2.3.5 La antena Yagi debe considerar las siguientes características:

- | | |
|------------------------|--|
| a) Tipo | : Yagi Cruzada |
| b) Frecuencia Central: | 401.8 MHz |
| c) Impedancia | : 50 ohmios |
| d) Ganancia | : 10 dB ó mejor |
| e) Viento Máximo | : 100 nudos |
| f) Soporte | : Base de antena regulable en azimut y elevación |

2.3.2.3.6 Deber incluir cable coaxial RG-8, necesario para instalar la antena a una altura de 6 m, con sus respectivos conectores

2.3.2.4 FILTRO ANTITRANSITORIO

2.3.2.4.1 La salida UHF generada por el transmisor debe atravesar un filtro que cumpla las siguientes características:

- | | |
|----------------------|--------------------|
| a) Impedancia | : 50 ohmios |
| b) Frecuencia | : 300 a 500 MHz |
| c) Potencia RF | : 125 – 375 Vatios |
| d) Voltaje de caída: | 600 V |

2.3.3 COMUNICACIÓN CELULAR

2.3.3.1 En las estaciones meteorológicas automáticas con cobertura celular se instalará un medio de comunicación redundante, el mismo que será vía MODEM-celular.





2.3.3.2 El MODEM-celular tendrá las siguientes características:

- a) Plataforma de comunicaciones : GSM – GPRS
- b) Soporte GSM (4 bandas) : 850, 900, 1800 y 1900 MHz
- c) Servicios : Servicio de mensajes cortos (SMS)
- d) Voltaje de Alimentación : 12V DC
- e) Con adaptador de tarjeta SIM "chip de comunicaciones"
- f) Entrada de datos : Adaptador para RS-232
- g) Recepción de datos : PC, e-mail
- h) Velocidad de colección datos provenientes de la estación automática: desde 2400 bps.
- i) El número telefónico de destino, el código PIN, la dirección email, la dirección IP y demás datos requeridos por el sistema celular con GPRS, deben ser parámetros accesibles al usuario.

2.3.4 Comunicación TCP/IP

2.3.4.1 El PCD incluirá o permitirá la fácil inclusión de un módulo con puerto Ethernet.

2.3.4.2 El PCD debe permitir su configuración con la finalidad de conectarse a una Red de datos LAN/WAN.

2.4 SISTEMAS COMPLEMENTARIOS

2.4.3. Infraestructura Metálica

2.4.3.1 Mástil Metálico

2.4.3.1.1 El mástil debe contemplar las siguientes características técnicas

- a) Altura:
 - EMA, EAMA, EHMA: 10 m.
 - EHA: 6 m
- b) Abatible
- c) Libre de mantenimiento
- d) Sección circular
- e) Diseño estructural para soportar vientos no menor a 60 m/s.
- f) Las secciones que conforman el mástil deben ser construidos de Aluminio Anodizado o mejor.
- g) Los accesorios metálicos (pernos, tuercas, abrazaderas, etc.) deben ser construidos de acero inoxidable.
- h) El mástil será totalmente desarmable.
- i) El mástil incluirá un sistema que permita ser abatido por una sola persona en forma segura. El sistema debe incluir un soporte metálico donde descansa el mástil, cuando éste es abatido.



- j) El mástil permitirá el fácil mantenimiento de todo el equipamiento instalado sobre él.
- k) El mástil debe incluir un conjunto de cables de acero inoxidable, tipo retenida con sus respectivos anclajes para la fijación. Cada cable tener una resistencia a la rotura igual o mayor a 25 kN (kiloNewton).
- l) Debe contar con un sistema de protección contra descargas eléctricas, la misma que comprenderá de un pararrayos, cable de bajada aislado del mástil y pozo a tierra.
- m) Se debe contar con manual o guía de usuario correspondiente al transporte, instalación, mantenimiento y desarmado del mástil así como deberá mostrar detalles para su manejo seguro.
- n) El Mástil incluirá los soportes metálicos de todos los sensores, accesorios de transmisión y de alimentación eléctrica.

- Soporte de pararrayos
- Soporte de antena yagi
- Soporte de panel solar
- Soporte de recinto nema4
- Soporte de sensores dependiendo del tipo de estación

o) Debe incluir un dispositivo mecánico encargado de permitir abatir y erguir el mástil, el mismo que será removible (solo usado durante el mantenimiento).

p) El mástil será abatible, usando la manivela de dicho dispositivo y debe ser accionado por una persona. Terminado el trabajo de mantenimiento y luego de izar el mástil, dicho dispositivo debe ser removido del mismo, no se aceptarán diseños que incluyan este dispositivo de fijación permanente.

2.4.4 Sistema de Seguridad Eléctrica

2.4.4.1 Debe incluir un sistema pararrayos, el mismo que podrá ser propuesto por el fabricante, incluirá los accesorios de bajada de línea debidamente aislada del mástil.

2.4.4.2 El postor debe incluir insumos para la construcción de 02 pozos de puesta a tierra, en cada estación.

2.4.4.3 Los insumos utilizados para la construcción de los pozos de puesta a tierra deberán ser aquellos que permitan el mantenimiento a periodos mayores de 15 años, tales como el cemento conductor o de mejor tecnología; asimismo, para las uniones de los elementos eléctricos deberán adjuntar cartuchos de soldadura exotérmica, para las uniones galvánicas de las varillas y los alambres de cobre





2.4.5 OTROS

- 2.4.5.1 Estos requerimientos técnicos podrán ser ajustados de acuerdo a los avances tecnológicos y objetivos específicos de la institución.
- 2.4.5.2 Las estaciones automáticas deben incluir todos materiales, accesorios necesarios para su correcto funcionamiento.
- 2.4.5.3 Las estaciones automáticas será proveída con la capacitación y entrenamiento dirigido al personal técnico profesional del SENAMHI, para el aseguramiento de su correcto funcionamiento.

3. DOCUMENTACIÓN

3.1 Documentación Técnica de los equipos/software

- 3.1.1 El proveedor debe entregar todos los catálogos durante el proceso de adquisición, así mismo los esquemas de instalación, planos de circuitos electrónicos internos, y manuales de todos los equipos y sensores en idioma español e inglés cuando se entreguen los equipos.
- 3.1.2. El Transmisor Satelital GOES debe contar con certificado de la NOAA/NESDIS.

3.1.3 Los manuales técnicos deben incluir toda la información necesaria relativa al manejo, instalación, calibración y mantenimiento de los equipos y componentes del sistema, y deberán tratar los temas siguientes:

- a) Operación
Descripción general de los equipos, procedimientos de puesta en marcha, procedimientos de operación, descripción de los fallos que el usuario podría detectar mediante una inspección visual.
- b) Mantenimiento
Descripción técnica de cada equipo y descripción funcional de cada sensor, diagrama de la interconexión y el cableado entre los equipos y guía de diagnóstico y corrección de fallos.
- c) Instalación
Descripción del juego de herramientas necesario para la instalación de cada equipo, procedimientos de montaje y de desmontaje, ajustes y procedimientos de calibración.
- d) Ajuste y Calibración
Descripción del ajuste y calibración de los sensores de acuerdo a los estándares ISO y OMM.
- e) Software
Incluirá instrucciones de uso del software, procedimientos de instalación, carga de datos y parámetros necesarios, acceso a los archivos registrados y herramientas de configuración del sistema.

3.1.4 El proveedor entregará dos (02) juegos de manuales impresos originales, y dos (02) juegos en formato digital de todos los equipos que comprende la red, así como del software aplicativo que se emplean.

3.1.5 El proveedor entregará los archivos de configuración de cada estación.



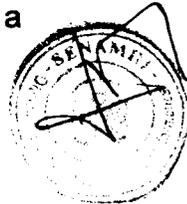


3.2 Certificados de Calibración

- 3.2.1 El proveedor entregará un certificado de calibración de cada uno de los sensores entregados.
- 3.2.2 Los certificados serán elaborados por la empresa fabricante, bajo los estándares técnicos internacionales y de acuerdo a la OMM.
- 3.2.3 Los certificados serán entregados en su idioma de origen
- 3.2.4 Los certificados indicarán el error de los instrumentos, el grado de incertidumbre, el patrón de referencia trazable, la fecha de calibración y el método utilizado.

4. ABREVIATURAS

| | |
|------------|---|
| ASCII | Código Americano estándar para el intercambio de información |
| A/D | Análogo/ Digital |
| CA | Corriente Alterna |
| CISPR | Normas de disturbio e interferencia de radio y tecnología de la Información |
| CPU | Unidad Central de Procesamiento |
| DC | Corriente Continua |
| DCP | Plataforma Colectora de Datos |
| EAMA | Estación Agro-Meteorológica Automática |
| EFT | Transitorio Eléctrico Rápido |
| EHA | Estación Hidrológica Automática |
| EMA | Estación Meteorológica Automática |
| EMI | Interferencia Electromagnética |
| EPROM | Memoria de Solo Lectura de Borrado |
| ESD | Descarga Electrostática |
| GOES | Satélite Ambiental de Operación Geo-Estacionaria |
| GPS | Sistema de Posicionamiento Global |
| GPRS | Servicio General de Paquetes vía Radio |
| GSM | Sistema Global para Comunicaciones Móviles |
| IEC | Comisión Internacional de Electrotecnia |
| INMARSAT-C | Satélite de Comunicaciones Internacional de alta orbita, la versión C indica el servicio digital bidireccional de intercambio de datos de baja velocidad. |
| IP | Estándar de Protección de recintos |
| IP66 | Estándar IP, categoría que protege contra el polvo y protegido contra fuertes chorros de agua de todas direcciones. |
| LAN | Red de área local |
| MTC | Ministerio de Transporte y Comunicaciones |
| NEMA | Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos (estándar americano) |
| NEMA4 | Categoría NEMA, sellado contra el agua y polvo. |
| NEMA 4X | Categoría NEMA, sellado contra agua (NEMA4) y resistente a la corrosión |
| NESDIS | Servicio Nacional de Datos e Información del Satélite |





| | |
|---------|--|
| NOAA | Ambiental de Estados Unidos Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de Estados Unidos |
| OMM | Organismo Mundial de Meteorología |
| ORBCOMM | Satélite de Comunicaciones Internacional de baja orbita, de órbita polar, especializado en comunicación de datos |
| PAR | Radiación Fotosintéticamente Activa |
| PIN | Número de Identificación Personal |
| PC | Computador Personal |
| PSTN | Red de Telefonía Pública Conmutada |
| PT-100 | Platino de 100 ohmios |
| RF | Radio Frecuencia |
| RFI | Interferencia de Radio Frecuencia |
| RG-8 | Código de cable coaxial utilizado en equipos de alta frecuencia de acuerdo con el estándar MIL-C-17 |
| RTC | Reloj de Tiempo Real |
| SD | Tarjeta de Memoria de formato "Secure digital" |
| SDI-12 | Interfase de Datos Seriales a 1200 baudio |
| SIM | Tarjeta SIM es una tarjeta inteligente, desmontable, usada en teléfonos móviles y módems. |
| SMS | Servicio de Mensajes Corto |
| SRAM | Memoria Estática de Acceso Aleatorio |
| SWR | Relación de Onda Estacionaria |
| TCP/IP | Protocolo de control de Transmisión/ Protocolo de Internet |
| UHF | Ultra Alta Frecuencia |
| UTC | Tiempo Universal Coordinado |
| UV-B | Radiación Ultravioleta Clase B |
| VHF | Muy Alta Frecuencia |
| WAN | Red de área Metropolitana |

