

REQUERIMIENTO DE SERVICIOS – TÉRMINOS DE REFERENCIA**1. Datos Generales de la Contratación:**

1.1. Denominación de la Contratación	SERVICIO DE DESARROLLO DE INSTRUMENTOS EN EL SISTEMA DE GESTIÓN Y MONITOREO
1.2. Área Usuaria (Unidad Orgánica)	Dirección de Información y Gestión del Conocimiento
1.3. Meta Presupuestaria	0006
1.4. Actividad del POI	AOI00163000172
1.5. Persona responsable del requerimiento su supervisión y seguimiento	<i>Subdirección de información y análisis – Dirección de información y gestión del conocimiento</i>
1.6. Persona que otorgará la Conformidad	<i>Subdirección de información y análisis – Dirección de información y gestión del conocimiento</i>

2. Finalidad Pública

La instalación de estaciones meteorológicas convencionales en zonas de alta montaña conlleva un alto costo económico. Sin embargo, los datos meteorológicos en estas áreas son cruciales para la toma de decisiones y el desarrollo de estudios relacionados con los glaciares y los ecosistemas de montaña que realiza el INAIGEM. El servicio tiene como objetivo apoyar en el diseño de mejoras de la estación meteorológica de bajo costo desarrollada por el INAIGEM. Estas mejoras permitirán continuar facilitando el monitoreo de factores climáticos en zonas de alta montaña, utilizando tecnología de libre acceso y bajo costo que cumpla con las normativas vigentes para instrumentos y procesos de medición.

La implementación de estas estaciones meteorológicas mejoradas beneficiará directamente a la población local y a la comunidad científica. Proporcionará datos precisos y accesibles que ayudarán a anticipar y mitigar los efectos del cambio climático en los ecosistemas de montaña. Esto, a su vez, contribuirá a la seguridad y el bienestar de las comunidades andinas, permitiendo una mejor planificación en la gestión de recursos hídricos y en la prevención de desastres naturales. Además, estos datos serán esenciales para desarrollar políticas ambientales más efectivas y promover la conservación de los glaciares, que son vitales para el suministro de agua en las regiones del país.

3. Antecedentes:

En 2023, el INAIGEM patentó ante el Indecopi, bajo la modalidad de modelo de utilidad, una estación meteorológica de bajo costo denominada "APARATO PARA LA MEDICIÓN Y ALMACENAMIENTO DE VARIABLES HIDROMETEOROLÓGICAS", mediante el expediente 001784-2021/DIN. Este invento ha mejorado significativamente la recolección de datos durante las investigaciones de la institución, contribuyendo al estudio de los glaciares y al entendimiento de los cambios en la variabilidad climática a través de la recopilación de datos hidrometeorológicos.

Debido a los nuevos requerimientos de investigación, la estación meteorológica necesita mejoras que deben ser abordadas mediante investigación y desarrollo de nuevas funcionalidades, incluyendo el registrador de datos que se encuentra en su primera versión. Por ejemplo, la verificación del funcionamiento y precisión de los sensores implica un procedimiento técnico muy complejo que debe simplificarse para facilitar el mantenimiento. Además, es necesario mejorar la precisión de los puertos de lectura analógica de los sensores para obtener mediciones más exactas y lograr la compatibilidad con otros protocolos de comunicación como Can Bus. Asimismo, el prototipo actual no tiene la capacidad de enviar datos de manera remota, por lo que se buscará incluir en una nueva versión módulos de transmisión basados en LPWAN o GPRS. También se explorará la



autosuficiencia energética mediante baterías de Li-Ion 18650. Con la ejecución de este servicio, se espera mejorar la versión actual del registrador y, por ende, del sistema de monitoreo de bajo costo, contribuyendo así a cerrar la brecha de instrumentos de medición en los ecosistemas de montaña.

Estas mejoras no solo facilitarán el trabajo de los investigadores, sino que también proporcionarán datos más precisos y oportunos para la toma de decisiones en la gestión de los recursos hídricos y la prevención de desastres naturales. Esto beneficiará tanto a las comunidades locales, que dependen de estos recursos, como a la comunidad científica, permitiendo el desarrollo de políticas ambientales más efectivas para la conservación de los glaciares y la protección de los ecosistemas de montaña.

Con la resolución N.º 071-2023-INAIGEM/PE se aprobó el Plan Operativo Institucional del INAIGEM para el año 2024. En dicho plan se viabiliza la actividad operativa denominada “Desarrollo de investigaciones aplicadas para la optimización de estaciones hidrometeorológicas automáticas y sistemas autónomos para apoyo en tareas de batimetría en el ámbito de glaciares y lagunas de origen glaciar”, con el objetivo de incrementar las fuentes de información en zonas glaciares priorizadas.

4. **Objetivos de la Contratación**

4.1. **Objetivo General:**

Contar con los servicios de un profesional que brinde asistencia para mejorar la electrónica de las estaciones meteorológicas de bajo costo.

4.2. **Objetivo(s) Específico(s):**

- Optimización del diseño del registrador de datos, mediante la integración módulos dedicados para las señales analógicas con las que opera el registrador.
- Optimización del diseño del registrador de datos mediante la integración de componentes y módulos independientes de control de tiempo reduciendo el desfase temporal.
- Integración del registrador de datos con módulos de comunicación (LPWAN o GPRS/LTE).
- Compatibilidad del registrador de datos con interfaz de comunicación (Modbus o Can Bus)
- Diseñar un mecanismo de consumo energético del registrador de datos.

5. **Características y condiciones del servicio a contratar**

5.1. **Descripción y cantidad del servicio a contratar**

Descripción	Cantidad
<p>SERVICIO DE DESARROLLO DE INSTRUMENTOS EN EL SISTEMA DE GESTIÓN Y MONITOREO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar brechas de mejoras técnica en el diseño electrónico de estaciones meteorológicas de bajo costo, analizando los planos y diseños actuales, procesos, recursos humanos, herramientas y metodologías, entre otras, disponibles o requeridas para el desarrollo de las estaciones meteorológicas de bajo costo. • Desarrollar pruebas de laboratorio simuladas en entornos virtuales o físicos (en la medida de lo posible) para comparar el desempeño del registrador de datos de la estación meteorológica 	

de bajo costo. El consultor no asumirá el costo de los materiales, las herramientas y los equipos que se requieran para las pruebas, puesto que estos insumos se encuentran disponibles en el laboratorio LITA del INAIGEM.

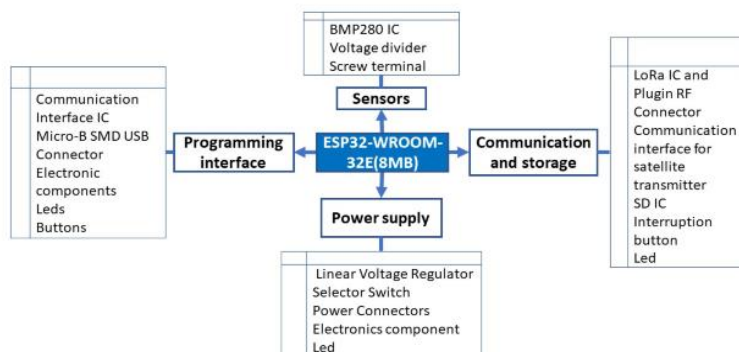
- Definir indicadores de rendimiento a nivel tecnológico sobre los diseños electrónicos generados en el servicio
- Aplicar una metodología ágil para el desarrollo de pruebas del registrador de datos.
- Sellar y firmar todos los documentos de su especialidad.

Datos técnicos:

La estación meteorológica prototipo cuenta con los siguientes componentes electrónicos:

Esquema conceptual del Registrador de Datos

El registrador de datos es el componente central de la estación meteorológica y la mayor mejora es la reducción del uso de hardware modular mediante la implementación de un sistema embebido basado en el microcontrolador ESP32. Para su diseño se ha puesto especial atención en la selección de componentes, hemos revisado las fichas técnicas de los fabricantes, así como la memoria técnica de estos con el fin de conseguir un dispositivo robusto y fiable para condiciones de alta montaña. Además, se ha realizado un minucioso diseño de vías para garantizar un correcto flujo de señales de control y energía. Además, y teniendo en cuenta el fabricante de la PCB, el diseño se ha adaptado a los parámetros recomendados por el fabricante, garantizando un diseño sin problemas.



Componentes externos compatibles con del registrador de datos



Device	ESP32-WROOM-32E	
	<i>Estandar</i>	<i>pin out</i>
BMP280 sensor	I2C	IO21, IO22
SHT31 sensor	I2C	IO21, IO22
Davis 6410 wind vane	Interruption	IO33
Davis 6410 anemometer	Analog input	IO23
DS18B20	1-Wire	IO34
SOONDA pyranometer sensor	Analog input	IO25, IO26
RFM98-433S2 transceiver	SPI	IO14, IO13, IO15, IO2
SN75HVD08D	UART	IO17, IO16
SD	SPI	IO14, IO13, IO15, IO5
USB interface	UARTx	IO34, IO35
Rain gauge	-	IO32

Especificaciones Sensor de Temperatura y Humedad

Nombre del módulo	Rango de medida	Precisión	Comunicación con el microcontrolador	Resolución	Voltaje de alimentación
Sensor de humedad relativa y temperatura SHT31	-40°C a 125°C, 0 a 100% HR	± 0.2°C, 2% HR	Interface de comunicación I2C	0.0 15°C, 0.01 %HR	2.4 - 5.5 VDC
Sensor de humedad y temperatura AM2315	-20°C hasta 80°C, 0 a 100% HR	± 0.1°C, 2% HR		0.0 1°C, 0.1 %HR	3.5 - 5.5 VDC

Especificaciones del sensor DS18B20

Nombre del módulo	Rango de medida	Precisión	Tipo de comunicación con el microcontrolador	Resolución	Voltaje de alimentación
Sensor de Temperatura Digital DS18B20	-55°C a 125°C	± 0.5°C	1-Wire	0.01°C	3 -5. VDC

Especificaciones del módulo MAX31865

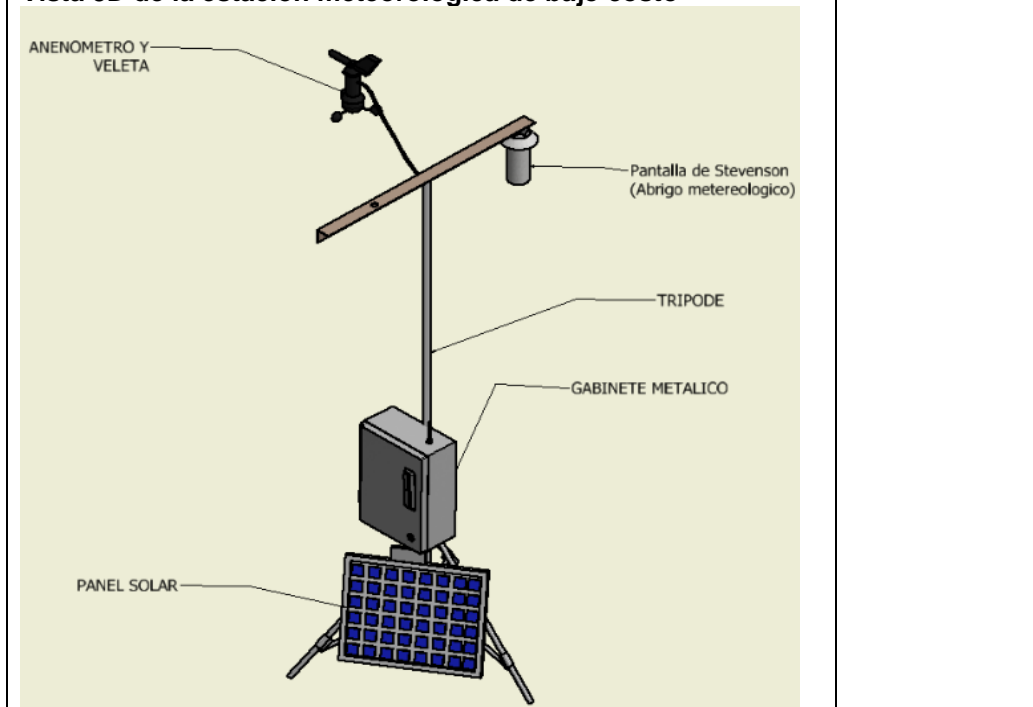
Nombre del módulo	Tiempo de conversión	Tipo de comunicación con el microcontrolador	Resolución	Voltaje de alimentación
Amplificador de sensor de temperatura - MAX31865	21 ms	SPI (Serial Peripheral Interface)	0.03125°C	3 -5. VDC

Impresión física del registrador de datos:

Versión existente de la estación meteorológica de bajo costo desarrollada por el INAIGEM.



Vista 3D de la estación meteorológica de bajo costo



5.2. Actividades y procedimiento

A continuación, se describe el procedimiento estándar para la elaboración de cada entregable:

5.2.1. Diseño electrónico de PCB de registrador de datos de bajo consumo energético y modelo 3D: En este apartado, el consultor debe realizar un diseño electrónico de un circuito impreso (PCB) que integre un controlador, etapas de potencia, amplificación y transmisión del sistema de registro y almacenamiento de las señales. Además, el diseño debe asegurar un bajo consumo energético y compatibilidad con baterías recargables. El diseño debe asegurar que las partes sean óptimas para el ambiente en el cual será implementado, y que el sistema sea accesible para su programación e integración con sensores y actuadores. Además, se debe incluir un estado del arte sobre la aplicación de estos componentes, así como el diseño 3D de la modelo en formato .STL que cubre al registrador.

Resumen:

- Elaborar un estado del arte de los componentes electrónicos de una estación meteorológica de bajo costo.
- Diseñar una placa electrónica de bajo consumo energético.

5.2.2. Diseño electrónico de PCB de registrador de datos con optimizaciones (procesamiento de señal analógica y un módulo de reloj) y modelo 3D: En esta sección, basándose en la primera versión del registrador¹, se deberá integrar todos los componentes y módulos electrónicos necesarios para mejorar el procesamiento de las señales analógicas y la implementación de un módulo de reloj en la placa madre. El diseño debe

¹ El Inaigem proporcionará los planos electrónicos y mecánicos de la primera versión del registrador



asegurar que las conexiones existentes en el diseño preliminar no se vean afectadas por la incorporación de estos nuevos módulos o dispositivos. El resultado se presentará en un diseño electrónico de circuito impreso junto con el diseño 3D de la carcasa.

Resumen

- Un diseño electrónico de un registrador de datos con un módulo de reloj independiente.

5.2.3. Diseño electrónico de PCB de microcontrolador integrado con módulo de comunicación: En esta actividad, el consultor debe diseñar dos placas electrónicas con las siguientes características (PCB):

Primer Módulo: Integra al registrador, etapas de potencia, amplificación y transmisión del sistema de registro y almacenamiento de señales, junto con módulos de programación basados en USB - PC, y la integración de un módulo de comunicación basado en LPWAN/GPRS/LTE.

Segundo Módulo: Integra el registrador, etapas de potencia, amplificación y transmisión del sistema de registro y almacenamiento de señales, junto con módulos de programación basados en USB - PC, y la integración de protocolos de comunicación compatibles con Can Bus o Modbus.

Resumen

- Un diseño electrónico PCB de modulo de comunicaciones LPWAN GPRS/LTE
- Un diseño electrónico PCB de modulo de comunicaciones Can Bus Modbus

5.3. Entregables o actividades o componentes:

Entregable	Descripción
Primer entregable Hasta 30 días calendarios, contabilizados a partir del día siguiente de notificada la orden de servicio.	<i>Diseños electrónicos de PCB de registrador de datos de bajo consumo y carcasa 3D.</i>
Segundo entregable Hasta 60 días calendarios, contabilizados a partir del día siguiente de notificada la orden de servicio.	<i>Diseño electrónico de PCB de registrador de datos con optimizaciones de reloj y procesamiento de señales analógicas</i>
Tercer entregable Hasta 120 días calendarios, contabilizados a partir del día siguiente de notificada la orden de servicio.	<i>Diseño electrónico de PCB de microcontrolador integrado con módulos de comunicación</i>

5.4. Lugar y plazo de la prestación del Servicio



5.4.1. Lugar: El servicio se desarrollará de manera presencial en la sede central del INAIGEM, ubicado en Av. Centenario 2656 - Sector Palmira, Independencia, Áncash – Huaraz, Independencia.

5.4.2. Plazo: El servicio será implementado en un plazo máximo de 120 (ciento veinte) días calendarios, contabilizados a partir del día siguiente de notificada la orden de servicio.

5.5. Resultados esperados (entregables)

Los entregables serán presentados a través de mesa de partes virtual y física del INAIGEM, foliados y firmados en cada página, de acuerdo con el siguiente detalle:

Durante la ejecución del servicio se espera recibir 3 informes con el siguiente contenido mínimo:

- **Caratula:** Sección que caracteriza el documento incluye título, versión, fecha, revisión de especialista.
- **Índice:** Resumen de los temas con mayor relevancia que se desarrollan en la sección de análisis.
- **Introducción:** Descripción del contenido del documento poniendo énfasis en los problemas y objetivos que se persiguen.
- **Metodología (opcional):** Descripción del conjunto de pasos organizados y sistematizados, que se siguen para el desarrollo del Análisis.
- **Actividades:** En esta sección se describe con profundidad el desarrollo del estudio considerando el orden propuesto en la metodología.
- **Conclusiones:** Se describen los resultados obtenidos tomando como base los problemas y objetivos propuestos en la introducción.
- **Recomendaciones:** Se describen las posibilidades de mejora en el desarrollo de futuros trabajos.

6. Requisitos y recursos del proveedor

6.1. Requisitos del proveedor

- ✓ El proveedor, **deberá de dedicarse al rubro** de prestación de servicios iguales o similares al requerido.
- ✓ Registro Único de Contribuyentes (**RUC**) habilitado.
- ✓ Código de Cuenta interbancario (**CCI**) registrado y vinculado a su número de RUC.
- ✓ Registro Nacional de Proveedores (**RNP**) vigente, en el capítulo de Servicios (Se excluye en el caso que el valor del servicio sea menor o igual a 1 UIT).

6.2. Perfil del proveedor

6.2.1. Nivel de formación:

Se acreditará con copia simple del título profesional y habilitación.

- Ingeniero mecatrónico y/o electrónico.
- Colegiado y habilitado por el Colegio de Ingenieros del Perú.

6.2.2. Capacitación y/o entrenamiento:

Se acreditará con certificados, constancias u otros documentos de similar naturaleza.

- Cursos en gestión de la tecnología e innovación (por un mínimo de 240 horas).
- Curso de electricidad industrial (por un mínimo de 30 horas).

6.2.3. Experiencia:

General



Experiencia mínima de 4 años en el sector público y/o privado desarrollando proyectos de investigación e ingeniería.

Específica

Experiencia específica mínima de 2 años en servicios y consultorías de sistemas de monitoreo meteorológico y/o diseño de sistemas electrónicos y/o temas relacionados de ingeniería.

La experiencia debe ser sustentada con contratos, órdenes de servicios, entre otros documentos oficiales y fidedignos.

Los contratos u órdenes de servicios, deben ser acreditados con su respectiva conformidad, constancia de servicio, certificados o cualquier otra documentación que, de manera fehaciente, demuestre la experiencia del postulante.

6.3. Recursos a ser provistos por el proveedor

6.3.1. Materiales, equipos e instalaciones o infraestructura

Durante la prestación del servicio, el proveedor se encargará de suministrar equipos de informáticos que requiera para el desempeño de sus actividades como: Computadora portátil, sistemas informáticos, software, herramientas informáticas, etc.

7. Consideraciones para la ejecución de la prestación

7.1. Obligaciones del Proveedor

El Proveedor es el responsable directo y absoluto de las actividades que realizará, ya sea directamente o a través de su personal, debiendo responder por el servicio brindado.

7.2. Recursos y facilidades asumidos por el INAIGEM

- Mobiliario de trabajo (Silla, mesa)
- Insumos electrónicos y equipamiento de laboratorio LITA.
- Servicios (Internet, energía eléctrica, servicios higiénicos), solo aplica para el desarrollo del servicio presencial.

8. Adelantos

El INAIGEM, **no otorga adelantos** o parte de pago por servicios que no sean efectivamente realizados.

9. Conformidad de la prestación del servicio

La conformidad de la prestación del servicio, la otorga el área usuaria, de acuerdo al formato previsto para tal fin, sin embargo, ello, no enerva el derecho a reclamar posteriormente por vicios ocultos.

10. Forma de pago.

El pago se realizará en tres (3) armadas, y después de ejecutado el servicio y otorgada su conformidad, salvo que, por razones de mercado, el pago sea condición para la prestación del servicio.

Tratándose de trabajos periódicos, el pago se realizará de acuerdo con el cronograma de entrega de productos y/o entregables, luego de la conformidad correspondiente a cada entrega, de acuerdo al siguiente cronograma propuesto:

Entregable	Descripción	Porcentaje de pago
-------------------	--------------------	---------------------------



Primer	Diseños electrónicos de PCB de registrador de datos de bajo consumo y carcasa 3D.	40% del monto total.
Segundo	Diseño electrónico de PCB de registrador de datos con optimizaciones de reloj y procesamiento de señales analógicas	40% del monto total.
Tercer	Diseño electrónico de PCB de microcontrolador integrado con módulos de comunicación	20% del monto total.

11. Penalidades aplicables.

En caso de retraso injustificado del proveedor en la ejecución de las prestaciones objeto del contrato, la Entidad le aplica automáticamente una penalidad por mora por cada día de atraso. La penalidad se aplica automáticamente y se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{Penalidad diaria} = \frac{0.10 \times \text{monto}}{F \times \text{plazo en días}}$$

Donde *F* tiene los siguientes valores:

- Para plazos menores o iguales a sesenta (60) días, para bienes y servicios en general: $F = 0.40$.
- Para plazos mayores a sesenta (60) días, para bienes y servicios en general: $F = 0.25$.

12. Confidencialidad.

Al ser el INAIGEM, una entidad dedicada a la Investigación, el proveedor se obliga a guardar la confidencialidad y reserva absoluta en el manejo de información y documentación a la que se tenga acceso y que se encuentre relacionada con la prestación, quedando expresamente prohibido revelar dicha información a terceros.

13. Propiedad intelectual

El INAIGEM, tendrá todos los derechos de propiedad intelectual incluidos, sin limitación, las patentes, derechos de autor, nombres comerciales y marcas registradas respecto a los productos o documentos y otros materiales que guarden una relación directa con la ejecución del servicio o que se hubieren creado o producido como consecuencia o en el curso de la ejecución del servicio.

A solicitud de la Entidad, el consultor tomará todas las medidas necesarias, y en general, asistirá a la Entidad para obtener esos derechos.

14. Responsabilidad por vicios ocultos

El plazo máximo de responsabilidad del proveedor por la calidad ofrecida y por los vicios ocultos de los servicios prestados es de un (1) año contado a partir de la conformidad otorgada

15. Clausula Única: Anticorrupción:

Con la elaboración y notificación de la Orden de servicio se formaliza el vínculo contractual, para lo cual se incluirá el siguiente texto:

“Con la notificación de la presente, El Proveedor, declara y garantiza no haber, directa o indirectamente, haber negociado o efectuar, cualquier pago o, en general, cualquier beneficio o incentivo ilegal en relación al contrato.

EL Proveedor, se obliga a conducirse en todo momento, durante la ejecución del contrato, con honestidad, probidad, veracidad e integridad y de no cometer actos ilegales o de corrupción, directa o indirectamente.



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y
Ecosistemas de Montaña

EL Proveedor, se Compromete a: (i) comunicar a las autoridades competentes, de manera directa y oportuna, cualquier acto o conducta ilícita o corrupta de la que tuviera conocimiento; y (ii) adoptar medidas técnicas, organizativas y/o de personal apropiadas para evitar los referidos actos o prácticas.

El incumplimiento de las obligaciones establecidas en esta cláusula, durante la ejecución contractual, da el derecho al INAIGEM a resolver automáticamente y de pleno derecho el contrato, bastando para tal efecto que se remita una comunicación informando que se ha producido dicha resolución, sin perjuicio de las acciones civiles, penales y administrativas a que hubiera lugar”.