

**PROGRAMA PARA LA GESTIÓN EFICIENTE Y  
SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS ENERGÉTICOS DEL  
PERÚ (PROSEMER)**

***Convenio de Financiamiento No Reembolsable N° ATN/CN-13202-PE***

**CONTRATACIÓN DEL SUPERVISOR**

**MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS**

# Servicio de Supervisión para el Estudio de Determinación del Portafolio de Proyectos Hidroeléctricos para las Cuencas del País.

---

## Términos de Referencia

**Lima, mayo 2015**

## **INDICE**

1. Introducción
2. Antecedentes
3. Objetivos
4. Alcances
5. Entregables y Plazos
6. Formas de pago
7. Coordinación
8. Perfil de la Empresa Supervisora y Personal Clave
9. Lugar de Trabajo
10. Confidencialidad y Propiedad Intelectual

## **SIGLAS Y ABREVIATURAS**

BID: Banco Interamericano de Desarrollo.

COES: Comité de Operación Económica del Sistema.

Comité Técnico: Comité Técnico de Trabajo orientado al planeamiento energético y los esquemas de la promoción de energías renovables y eficiencia energética del PROSEMER.

Consultor: Profesional que participa en la realización del estudio.

DGE: Dirección General de Electricidad

SIG: Sistema de Información Geográfica

MEF: Ministerio de Economía y Finanzas.

MINEM: Ministerio de Energía y Minas.

OSINERGMIN: Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería.

PROSEMER: Programa para la Gestión Eficiente y Sostenible de los Recursos Energéticos del Perú.

SEIN: Sistema Eléctrico Interconectado Nacional.

UCPS: Unidad de Coordinación de Prestamos Sectoriales del MEF.

## **1. Introducción**

---

Mediante Resolución Suprema N° 039-2012-EF de fecha 23 de Junio de 2012, el Gobierno del Perú aceptó la donación de recursos provenientes de la Agencia Canadiense de Desarrollo Internacional,

Para la utilización de estos recursos se establece el programa PROSEMER, cuya firma de Convenio de Financiamiento No Reembolsable N° ATN/CN-13202-PE se efectuó el 25 de junio de 2012, y cuya ejecución está a cargo del MEF, a través de la Unidad de Coordinación de Programas Sectoriales (UCPS) y cuya supervisión es efectuada por el BID.

El PROSEMER tiene como objetivo enfrentar la problemática energética actual contribuyendo a generar y consolidar conocimiento y experticia institucional en materia de planeamiento energético, esquemas de la promoción de Energías Renovables y Eficiencia Energética y buenas prácticas de Gobierno Corporativo tanto en el Ministerio de Energía y Minas (MINEM) como en las empresas públicas del sector energético.

El MINEM es el ente rector responsable de definir la política energética y emitir la normatividad que regule la operatividad del mercado eléctrico, OSINERGMIN es la entidad encargada de la fijación de las tarifas en el sector eléctrico del Perú, así como de la supervisión y fiscalización del cumplimiento de la normatividad sectorial en las áreas de electricidad, hidrocarburos y minería.

MINEM y D-UCPS integran el Comité Técnico de Trabajo (CTT), que tiene como responsabilidad la aprobación de los entregables de los servicios contratados en el marco del PROSEMER, y contarán con un Supervisor cuya responsabilidad es hacer el seguimiento del desarrollo de la Consultoría y preparar los informes de conformidad técnica de los entregables parciales y finales.

## **2. Antecedentes**

---

Hasta fines de la década de 1980 el sector energético estaba en manos del Estado, situación que cambia a comienzos de la década de 1990, con la reforma del sector Energía, buscando que el desarrollo del sector se sustente en la inversión privada. Para el efecto se dictaron nuevas leyes de hidrocarburos (Ley 26221) y de electricidad (DL 25844), destacando la privatización de los activos del Estado en estos campos, tanto en la generación, la trasmisión y las empresas distribuidoras de Lima, que representaba la mitad del mercado regulado del país. También se crea la Comisión de Tarifas Eléctricas, organismo autónomo, encargado de fijar las tarifas eléctricas. También se crea el Organismo Fiscalizador del Sector Energético OSINERG, el cual más adelante se fusiona con el Organismo Regulador, habiendo ampliado en los últimos años, sus funciones a fiscalización de las actividades mineras, denominándose OSINERGMIN.

A comienzos de la década del 2000, se promulgó la Ley 28832, Ley para Asegurar el Desarrollo Eficiente de la Generación, basando el abastecimiento futuro en licitaciones de largo plazo, para la generación y también la expansión de la Transmisión Eléctrica.

Adicionalmente en mayo 2007 se promulga la Ley 28749, Ley de Electrificación Rural, destinada a impulsar la electrificación rural y reducir el índice de población sin servicio eléctrico, creándose la Dirección General de Electrificación Rural (DGER), a partir de la existente Dirección Ejecutiva de Proyectos dentro del MINEM.

Organizacionalmente también destaca la creación, de la Dirección General de Eficiencia Energética (DGEE) en 2010.

En el sector de hidrocarburos, se promulgó la ley de hidrocarburos que crea PERUPETRO, organismo promotor de inversiones en el sector hidrocarburos, siguiendo la política de privatizaciones se transfiere la principal refinería del país –La Pampilla - a capitales privados. En diciembre de 2000, se suscribieron los contratos para el desarrollo del proyecto Camisea.

En el Sector de minería las inversiones y operaciones de las empresas de propiedad del Estado, fueron transferidas a la empresa privada. El Estado, se reservó los roles concedente, normativo y promotor.

En la actualidad el MINEM, está constituida organizacionalmente por dos Vice Ministerios: el de Energía, conformado por la Dirección General de Electricidad (DGE), la Dirección General Eficiencia Energética (DGEE), Dirección General de Electrificación Rural (DGER), Dirección General de Asuntos Ambientales Energéticos (DGAAE) y Dirección General de Hidrocarburos (DGH); así como el Viceministerio de Minas del cual dependen dos direcciones de línea: la Dirección General de Minería (DGM) y la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros (DGAAM).

El MINEM para cumplir sus fines y nuevos roles debe coordinar e integrar esfuerzos con otras instituciones (*stakeholders*) tales como OSINERGMIN, agentes privados, Congreso de la República, Gobiernos Regionales, Gobiernos Locales, Ministerio del Ambiente, Ministerio de Agricultura, FONAFE, etc.

La política energética nacional tiene entre sus objetivos, el promover la eficiencia energética y diversificar la matriz de la oferta de generación para asegurar el abastecimiento a la demanda de manera confiable y oportuna, correspondiéndole a la identificación de proyectos hidroeléctricos cuya implementación será promovida por el Estado, será el aporte de beneficios concretos para estos fines, al permitir facilitar la participación de potenciales inversionistas mediante mecanismos de licitación.,

Actualmente se vienen desarrollando los estudios para contar con una cartera de proyectos de generación hidroeléctrica que permitan optimizar el aprovechamiento de los recursos hídricos de las diferentes cuencas del país.

Estos estudios se desarrollan en su segunda fase en tres frentes: a) Por convenio de Cooperación Técnica entre la Corporación Andina de Fomento (CAF) y el Ministerio de Energía y Minas b) PROSEMER y c) Por el Ministerio de Energía y Minas directamente.

Los estudios de la primera fase se realizaron vía convenio CAF-MINEM y estuvo a cargo de United States Geological Survey (USGS) con su informe 'Hydropower Assessment of Peru' que muestra el potencial aprovechable proveniente de centrales pequeñas, medianas y grandes, aplicando para ello las últimas tecnologías disponibles para el procesamiento de un modelo digital del terreno con curvas de 30 m de resolución, de uso restringido, por ser propiedad de la NASA y de la Agencia Nacional de Inteligencia Geoespacial.

Sobre la base de los resultados de la primera etapa, se está desarrollando la segunda etapa de estos estudios, que por su magnitud y por su fuente de financiamiento han sido divididos en tres (03) zonas de interés,

Zonas de estudio	Cuenca	Cuenca Primaria	
Zona I	Atlántico	Marañón Alto	(Atlántico 10)
		Marañón Bajo	(Atlántico 09)
	Pacífico	Huallaga	(Atlántico 11)
		Chira	(Pacífico 06)
		Magdalena	(Pacífico 05)
		Santa	(Pacífico 04)
Zona II	Atlántico	Ucayali	(Atlántico 12)
		Amazonas	(Atlántico 08)
Zona III	Atlántico	Apurímac	(Atlántico 13)
		Madre de Dios	(Atlántico 07)
		Purús	(Atlántico 07)
	Pacífico	Grande	(Pacífico 03)
		Chili	(Pacífico 02)
		Tambo	(Pacífico 01)
	Titicaca	Titicaca	(Titicaca 14)
<b>TOTAL</b>			

Como resultado final de estos estudios se contará con una cartera de proyectos que deben servir de guía para el aprovechamiento óptimo de las cuencas en el país y se dispondrá además de criterios orienten el uso óptimo del potencial hidroeléctrico en dichas cuencas.

Para las zonas II y III se realizaron los procesos de selección y se han definido las empresas consultoras que llevarán a cabo los estudios correspondientes, y está en la etapa final la selección de la tercera empresa consultora.

Sobre la base de lo descrito se requiere el **Servicio de Supervisión de los Estudios de Determinación del Portafolio de Proyectos Hidroeléctricos para las Cuencas del País**.

### 3. Objetivo

---

Contratar los servicios de una consultora para la supervisión del estudio de la zona III indicada en los antecedentes.

### 4. Alcances del Servicio

---

Para los fines de este estudio la Empresa Supervisora deberá desarrollar las siguientes actividades como mínimo:

El alcance de los servicios comprende la supervisión integral del desarrollo del estudio de la zona III (cuyo alcance se muestra en el Anexo), sin ser limitativo, comprenderán las siguientes actividades:

- Realizar un seguimiento continuo al desarrollo del estudio materia de supervisión con el fin de que el mismo cumpla con los objetivos trazados para sus resultados finales.
- Analizar y evaluar los informes o entregables de la empresa consultora que por contrato y términos de referencia le corresponde el estudio de “Determinación del portafolio de proyectos hidroeléctricos para las cuencas del Apurímac, Madre de Dios, Purús, Grande, Chili, Tambo y Titicaca”

Se entregará un informe a la Dirección General de Electricidad del MINEM por cada entregable con sus respectivos análisis, evaluación, justificación y verificación de cálculos realizados, justificación de los fundamentos realizados, evaluación de la información digital recibida, revisión de los procedimientos, precisión de las observaciones y recomendaciones a la empresa consultora que sean necesarias; formulación de recomendaciones y conclusiones pertinentes, verificación de la calidad de los informes del estudio , en forma y fondo, que esté de acuerdo a lo previsto en el contrato y en los términos de referencia.

Este informe será entregado en original y dos copias así como en medio magnético, en formatos Word, Excel, Arcgis, etc.; con todos los archivos digitales correspondientes.

A través de estos informes la empresa supervisora se pronunciará sobre la conformidad de los informes presentados por la empresa consultora a fin de ponerlos a consideración de la Dirección General de Electricidad.

- Analizar y evaluar las presentaciones de sustento de los estudios; participar en las coordinaciones con la empresa consultora y con representantes de la DGE en temas relacionados con los estudios. Coordinar y participar en las visitas de campo y las acciones de capacitación o transferencia tecnológica previstas en el estudio, seguimiento continuo del desarrollo del estudio, entre otros aspectos.
- Supervisar el cumplimiento del cronograma de ejecución de los estudios y la presentación oportuna de los informes por parte de la consultora dentro de los plazos contractuales que correspondan.
- Coordinar y canalizar la información que requiera la empresa consultora del estudio y atender todas las consultas de orden técnico de éste.
- Definir y sustentar ante la Dirección General de Electricidad un plan de supervisión y los mecanismos de coordinación con la empresa consultora del estudio, el cual deberá incluir todos los aspectos de previsión para asegurar la buena marcha y calidad de los estudios y de los entregables correspondientes.
- Participar en las visitas que prevea el estudio, en coordinación con la Dirección General de Electricidad.
- Entregar mensualmente en medio digital e impreso, en original y dos copias, a la Dirección General de Electricidad un informe de actividades que precise todas las acciones realizadas y resúmenes informativos de las coordinaciones realizadas.
- Coordinar y reportar permanentemente a la Dirección General de Electricidad.

## **5. ENTREGABLES Y PLAZOS**

---

El plazo de vigencia se iniciará a partir del día siguiente de la suscripción del contrato hasta la conformidad del último entregable y el pago respectivo. El servicio se

desarrollará observando el siguiente cronograma de presentación de entregables al representante del MINEM ante el Comité Técnico de Trabajo:

ENTREGABLES	PLAZO DE ENTREGA EN DÍAS CALENDARIOS
▪ ENTREGABLE N° 1 al 8	Cada 30 días contados a partir del día siguiente de la suscripción del contrato.
▪ ENTREGABLE N° 9 - FINAL	A la entrega del informe final del estudio de la empresa consultora.

Cada entregable será presentado en medio impreso en idioma castellano (un original y tres copias) foliado y además en medio magnético (formato .doc.), junto con todos los archivos-fuente utilizados (bases de datos, hojas de cálculo, tablas de datos, programas, modelos de cálculo, información fuente, etc.). Asimismo, se presentará un archivo en formato pdf, donde se integrará los textos, tablas, cuadros y anexos del informe, de tal manera que se refleje fielmente aquél presentado en medio impreso.

## 6. FORMA DE PAGO

---

El monto a pagar por el servicio, será distribuido según el siguiente detalle:

	PORCENTAJE DE PAGO
Primer al octavo Informe	10%
Informe Final	20%

El pago se realizará por transferencia bancaria, en dólares americanos, para lo cual:

- 1) El proveedor debe:
  - (a) Haber realizado el servicio
  - (b) Haber presentado a la D-UCPS el comprobante de pago emitido a nombre de la UCPS con RUC N° 20332877551, previa coordinación con la UCPS.
- 2) El representante de MINEM ante el Comité Técnico de Trabajo, en coordinación con el equipo técnico de la D-UCPS, remitirán la conformidad técnica, dentro del plazo señalado en los presentes Términos de Referencia.
- 3) La D-UCPS deberá haber verificado los aspectos formales y administrativos para proceder con el pago correspondiente.

La D-UCPS tramitará los pagos luego de haber recibido del representante de MINEM ante el Comité Técnico el informe de conformidad correspondiente y la conformidad del Coordinador Técnico del Programa. Asimismo, en el caso del último entregable se requerirá adicionalmente para efectuar el pago, la no objeción del BID.

## 7. COORDINACIÓN Y SUPERVISIÓN

---

La coordinación y supervisión de las actividades y la conformidad técnica de los informes que se desarrollarán en el marco del presente servicio de Supervisión estará a cargo de la D-UCPS, en coordinación con MINEM a través de su representante en el Comité Técnico de Trabajo (CTT) del PROSEMER, quien otorgará su conformidad u observaciones a los entregables dentro de los diez días hábiles de su presentación. El representante de MINEM ante el Comité Técnico facilitará las coordinaciones que se requieran entre la Empresa Supervisora y personal del MINEM.

## 8. PERFIL DE LA EMPRESA SUPERVISORA Y DEL PERSONAL CLAVE

---

La Empresa Supervisora deberá:

- Tener como mínimo 10 años de experiencia consolidada en el mercado, contados a partir de su constitución.
- Experiencia en las distintas áreas de evaluación de recursos energéticos
- Experiencia en estudios y/o supervisión de estudios de hidrología, gestión de los recursos hídricos y/o similares.
- Experiencia en la determinación de potencial hidroeléctrico de países o regiones o áreas
- Experiencia en evaluación de proyectos hidroeléctricos, a nivel de factibilidad o ingeniería de detalle de centrales de potencia mayor de 100 MW.
- Experiencia, ya sea como supervisor o ejecutor de estudio
- Experiencia en desarrollo y uso de modelos digitales de elevación, modelos y programas de cómputo para simulación hidrológica de cuencas y ríos así como en la aplicación de sistemas de información geográfica (SIG), en ArcGis

La empresa consultora deberá considerar la dedicación adecuada del personal clave, de acuerdo a su especialidad, para cada etapa de la supervisión del estudio.

El Personal Clave de la Empresa Consultora responsable del presente servicio se encontrará conformado como mínimo por profesionales que puedan tener las siguientes calificaciones:

➤ **JEFÉ DE PROYECTO**

**Requisitos profesionales y académicos:**

- Título profesional en ingeniería eléctrica, industrial, electrónica, civil, agrícola, mecánica, mecánico - eléctrica, o disciplina afín al objeto del concurso

**Requisitos de experiencia laboral:**

- Profesional con más de quince (15) años de experiencia laboral

- Haber desarrollado y/o supervisado como mínimo dos estudios y/o proyectos relacionados con la gestión de recursos hídricos y estudios de factibilidad de centrales hidroeléctricas

#### **ESPECIALISTAS:**

- 1. Un especialista en hidrología.
- 2. Un especialista en hidroenergía.
- 3. Un especialista en presas y centrales hidroeléctricas.
- 4. Un especialista ambiental.
- 5. Un especialista en geología o geotecnia.
- 6. Un especialista en sistemas de información georeferenciada

#### **Requisitos profesionales y académicos:**

- Título profesional en la especialidad respectiva

#### **Requisitos de experiencia laboral:**

- Profesional con más de cinco (05) años de experiencia laboral acumulada en su especialidad.
- Haber participado por lo menos en dos estudios similares a la materia a supervisar.

La coordinación y supervisión de las actividades y la conformidad técnica de los entregables que se desarrollarán en el marco de la presente consultoría, estará a cargo de la D-UCPS, en coordinación con MINEM a través de su representante en el Comité Técnico de Trabajo (CTT) del PROSEMER, quien otorgará su conformidad u observaciones a los entregables dentro de los diez días hábiles de su presentación. El representante de MINEM ante el Comité Técnico facilitará las coordinaciones que se requieran entre la Empresa Consultora y personal del MINEM.

### **9. LUGAR DE TRABAJO**

---

Las actividades previstas en los alcances del presente servicio se realizarán en las instalaciones de la Empresa Consultora debiendo prever instalaciones que faciliten las actividades previstas.

En los casos que sea necesario se podrán llevar a cabo, previa coordinación, visitas a instalaciones de empresas distribuidoras para

También podrá desarrollarse reuniones de trabajo en las instalaciones del MINEM, previa coordinación.

### **10. CONFIDENCIALIDAD Y PROPIEDAD INTELECTUAL**

---

La Empresa Consultora y su personal se obligan a mantener y guardar estricta reserva y absoluta confidencialidad sobre todos los documentos e informaciones de MINEM a los que tenga acceso en ejecución del presente servicio. En tal sentido, la Empresa Consultora y su personal deberán abstenerse de divulgar tales documentos e informaciones, sea en forma directa o indirecta, a personas naturales o jurídicas, salvo autorización expresa y por escrito de D-UCPS y MINEM. Asimismo, la Empresa Consultora y su personal convienen en que toda la información suministrada en virtud de este servicio es confidencial y de propiedad de MINEM, no pudiendo la Empresa Consultora y su personal usar dicha información para uso propio o para dar cumplimiento a otras obligaciones ajenas a las del presente servicio.

Los datos de carácter personal entregados por MINEM a la Empresa Consultora y su personal, y obtenidos por estos durante la ejecución del servicio, única y exclusivamente podrán ser aplicados o utilizados para el cumplimiento de los fines del presente documento. La Empresa Consultora se compromete a cumplir con lo indicado en la Ley N° 29733, Ley de protección de datos personales.

La Empresa Consultora y su personal deberán adoptar las medidas de índole técnica y organizativa necesarias para que sus trabajadores, directores, accionistas, proveedores y en general, cualquier persona que tenga relación con la Empresa Consultora no divulgue a ningún tercero los documentos e informaciones a los que tenga acceso, sin autorización expresa y por escrito de MINEM, garantizando la seguridad de los datos de carácter personal y evitar su alteración. Asimismo, la Empresa Consultora y su personal se hacen responsables por la divulgación que se pueda producir, y asumen el pago de la indemnización por daños y perjuicios que la autoridad competente determine.

La Empresa Consultora se compromete a devolver todo el material que le haya proporcionado MINEM a los dos (02) días hábiles siguientes de la culminación o resolución del contrato, sin que sea necesario un requerimiento previo. Sin embargo, la Empresa Consultora se encuentra facultado a guardar copia de los documentos producto del resultado de la prestación del servicio prestado, siendo MINEM el único que pueda acceder a dicha información. Dicha copia no puede ser dada a terceros, salvo autorización expresa y por escrito de D-UCPS y MINEM.

Asimismo, la Empresa Consultora se obliga a mantener en estricta confidencialidad toda la información generada como consecuencia de la ejecución del servicio y se obliga a utilizar dicha información únicamente para el objeto materia del servicio, salvo que medie autorización expresa por escrito de D-UCPS y MINEM. Dicha obligación se mantendrá incluso luego de la terminación o resolución del servicio, y su incumplimiento hará responsable a la Empresa Consultora de los daños y perjuicios que ocasione a MINEM.

La obligación de confidencialidad seguirá vigente incluso luego de la culminación del presente servicio, hasta por cinco (05) años.

**ANEXO N° 1**

**TÉRMINOS DE REFERENCIA DE LOS ESTUDIOS DE LAS CUENCAS  
DEL APURÍMAC, MADRE DE DIOS, PURUS, GRANDE, CHILI,  
TAMBO Y TITICACA**

**PROGRAMA PARA LA GESTIÓN EFICIENTE Y SOSTENIBLE DE  
LOS RECURSOS ENERGÉTICOS DEL PERÚ**  
**(PROSEMER)**

*Convenio de Financiamiento No Reembolsable N° ATN/CN-13202-PE*

**DETERMINACIÓN DE UN PORTAFOLIO DE  
PROYECTOS HIDROELÉCTRICOS EN LAS  
CUENCAS DEL APURÍMAC, MADRE DE DIOS,  
PURUS, GRANDE, CHILI, TAMBO Y TITICACA**

*Términos de Referencia*

**Lima, mayo 2014**

## **INDICE**

- 1. Antecedentes**
- 2. Objetivo de la Consultoría**
- 3. Alcances de la Consultoría**
- 4. Entregables**
- 5. Plazos y Forma de Pago**
- 6. Coordinación y Supervisión**
- 7. Calificaciones del Consulto y el Personal Clave**
- 8. Lugar de Trabajo**
- 9. Propiedad Intelectual**

# TÉRMINOS DE REFERENCIA

## DETERMINACIÓN DE UN PORTAFOLIO DE PROYECTOS HIDROELÉCTRICOS EN LAS CUENCAS DEL APURÍMAC, MADRE DE DIOS, PURUS, GRANDE, CHILI, TAMBO Y TITICACA

### 1. Antecedentes

---

#### 1.1. Marco legal

- Decreto Ley N° 25844, Ley de Concesiones Eléctricas y su Reglamento, aprobado con D.S. 009-93-EM.
- Ley N° 28832, Ley para Asegurar el Desarrollo Eficiente de la Generación Eléctrica.
- Decreto Supremo N°031-2007-EM, Aprueban Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Energía y Minas. Modificaciones Decreto Supremo N°026-2010-EM y Decreto Supremo N°030-2012-EM.
- El Decreto Supremo N°024-2013-EM y el Decreto Supremo N°031-2012-EM disponen que cada proyecto a desarrollarse no obstaculice el uso racional y el aprovechamiento óptimo del recurso hidroenergético de la cuenca hidrográfica.
- D.S.-041-2011-EM, Autorización Ejecución Obras de Aprovechamiento Hídrico con fines Generación Energía Eléctrica.
- Resolución Jefatural N°579-2010-ANA, Reglamento de procedimientos administrativos para el otorgamiento de derechos de uso de agua.
- Resolución Jefatural N° 259-2013-ANA “Guía para la Evaluación de los Recursos Hídricos”.

#### 1.2. Antecedentes sobre estudios previos

En el año 1973 se completó un estudio preliminar denominado “*Evaluación de los recursos hidroeléctricos de la cuenca del río Marañón*” en el que participaron técnicos peruanos y soviéticos (Energoproject).

El alcance del estudio fue efectuar una primera evaluación de las posibilidades hidroenergéticas de la cuenca del Marañón, dentro de un contexto normativo, geográfico y social muy distinto a lo que es en la actualidad, y con escasa información de campo. La mayor parte del estudio asumió valores de caudales y pluviometría generándolos a partir de información secundaria. No se efectuaron trabajos detallados de geología y topografía en campo.

En las conclusiones del estudio se establece que se requiere realizar estudios más detallados, debido a que en su elaboración no se contó con información hidrológica y geológica suficiente y no se consideraron las exigencias medio ambientales que en la actualidad son especialmente importantes.

La primera evaluación exhaustiva de los recursos hidroeléctricos de Perú fue el inventario realizado en 1979 por el Ministerio de Energía y Minas con el apoyo del programa de asistencia técnica alemán (Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit –GTZ). Fue desarrollado por el Consorcio Lahmeyer-Salzgitter y se materializó en el estudio “Evaluación del Potencial Hidroeléctrico Nacional”.

El objetivo del estudio consistió en identificar proyectos hidroeléctricos de gran potencia que pudieran contribuir a la ampliación de los sistemas de generación del país. El catálogo final del estudio contiene un total de 543 proyectos hidroeléctricos optimizados<sup>1</sup> distribuidos por todo el territorio del país, que sumados representan un potencial técnico de 58 404 MW (Cuadro N° 1).

**Cuadro N° 1 Potencial Teórico y Técnico de los Proyectos Hidroeléctricos (estudio alemán)**

Región Hidrográfica	Teórico (MW)	Técnico (MW)
Cuencas Occidente/Pacífico	29 257	13 063
Cuencas Oriente/Amazonas	176 287	45 341
Cuencas del Titicaca	564	
<b>Total</b>	<b>206 108</b>	<b>58 404</b>

El estudio concluyó con un análisis detallado de los diez mejores proyectos.

En enero de 2011 el Consorcio Halcrow - Oist S.A. elaboró el documento ‘Evaluación preliminar del potencial hidroeléctrico - HidroGIS’ para la Dirección General de Electrificación Rural del Ministerio de Energía y Minas, con el objetivo de efectuar una nueva evaluación del potencial hidroeléctrico para el impulso de centrales en el rango 1 a 100 MW sobre la base de una plataforma de Sistemas de Información Geográfica que se apoya en bases de datos abiertas procedentes de información satelital, en un modelo digital del terreno de 100m y en mapas temáticos del medio físico. El potencial se calculó en cada fragmento de una partición de la red fluvial en tramos de 5 km. de longitud.

Una vez completado el estudio del potencial, el documento identificó 1681 proyectos de centrales hidroeléctricas pequeñas (1 a 20 MW), medianas (20 a 100 MW) y seleccionó los 100 mejores proyectos empleando criterios económicos de factibilidad preliminar que tienen en cuenta la producción energética y las inversiones a través de un Índice Costo-Beneficio.

El cálculo final del potencial excluyó los aprovechamientos inferiores a 1 MW, los superiores a 100 MW y los que se ubican en zonas restringidas o de concesión. El Cuadro N° 2 resume el potencial obtenido como síntesis de todos los tramos identificados.

---

<sup>1</sup> Se obtuvo el proyecto óptimo en cada emplazamiento considerando las soluciones alternativas y minimizando el costo específico de producción de energía ponderado con respecto a la producción de energía.

**Cuadro N° 2 Potencial Teórico y Técnico de los Proyectos Hidroeléctricos (Halcrow)**

Región Hidrográfica	Teórico (MW)	Técnico (MW)
Cuencas Occidente/Pacífico	28 878	8 575
Cuencas Oriente/Amazonas	139 117	57 179
Cuencas del Titicaca	1 168	87
<b>Total</b>	<b>169 163</b>	<b>65 841</b>

Al concluir el estudio se realizó una visita de campo a los cinco mejores proyectos aunque no se llegaron a materializar en proyectos.

En octubre de 2013, y en el marco del acuerdo de Cooperación Técnica entre la Corporación Andina de Fomento CAF y el Ministerio de Energía y Minas, el *US Geological Survey* elabora el informe '*Hydropower Assessment of Peru*' resultado de un estudio cuyo objetivo fue actualizar el potencial aprovechable proveniente de centrales pequeñas, medianas y grandes con especial énfasis en las mayores de 100 MW de potencia aplicando las últimas tecnologías disponibles a la información de un modelo digital del terreno de 30 m de resolución y de uso restringido, propiedad de la NASA y de la Agencia Nacional de Inteligencia Geoespacial.

Para ello, USGS dividió la red fluvial del país en segmentos de 1 km de longitud a partir de los cuales se calculó el potencial.

El cálculo final del potencial se obtuvo sumando los potenciales individuales de todos los segmentos de la red fluvial obteniendo las cifras que muestra el Cuadro N° 3.

**Cuadro N° 3 Potencial Teórico y Factible de los Proyectos Hidroeléctricos (USGS)**

Región Hidrográfica	Teórico (MW)	Factible (*) (MW)
Cuencas Occidente/Pacífico	26 975	15 178
Cuencas Oriente/Amazonas	166 378	110 607
Cuencas del Titicaca	575	305
<b>Total</b>	<b>193 928</b>	<b>126 090</b>

(\*) El potencial factible se calculó mediante un análisis técnico extendido a todos los tramos de la red fluvial que no tuvo en cuenta consideraciones económicas. Por ello, el resultado no es comparable a los valores más realistas que se obtuvieron en los estudios anteriores.

Estos estudios previos son el punto de partida del análisis, que debe servir para convalidar y servir como transición entre los últimos estudios realizados, especialmente el del USGS y los desarrollos futuros.

### **1.3. Requerimiento de optimización**

El desarrollo de los recursos hídricos de Perú comenzó hace más de cien años, a comienzos del siglo pasado. Los desarrollos iniciales aprovecharon la topografía escarpada que se presenta particularmente en los ríos que drenan la vertiente occidental de la Cordillera de los Andes. El objetivo de las centrales hidroeléctricas fue satisfacer la demanda local de electricidad y, cada vez más, los requerimientos de la industria minera.

Durante la segunda mitad del siglo XX surgieron las redes regionales de electricidad y el desarrollo hidroeléctrico comenzó a incluir proyectos de gran envergadura. A través de todo este período, la generación hidroeléctrica contribuyó con una participación muy importante en el suministro de energía del país, por lo general superior al 80 por ciento.

El desarrollo hidroeléctrico de Perú ha estado fuertemente ligado a las experiencias suizas e italianas, tanto en lo que respecta a su diseño como a su construcción. Típicamente, las centrales existentes son del tipo de pasada, incluyendo un componente importante de obras subterráneas, altas caídas y presas de derivación relativamente pequeñas, minimizando así su impacto ambiental. La mayoría de las centrales tienen un alto factor de planta (es decir, una elevada utilización de su capacidad instalada) que a menudo es consolidado a través de la construcción de pequeños reservorios estacionales ubicados en la cuenca superior, aprovechando las lagunas existentes, las condiciones morfológicas favorables y la práctica ausencia de sedimentos. Todas las centrales están ubicadas en valles angostos de gran pendiente escasamente poblados que proveen pocas oportunidades para la agricultura. En la pendiente occidental (Pacífico), las centrales hidroeléctricas comparten las instalaciones de almacenamiento de agua con otros usos, por lo general riego y suministro urbano aguas abajo.

En las zonas ubicadas a más de 1000 metros sobre el nivel del mar, los ríos en las cuencas del Amazonas y del Occidente muestran un elevado potencial para centrales hidroeléctricas con altas caídas, utilizando canales de toma, pequeñas tomas y reservorios pequeños -un tipo de central hidroeléctrica que es común en el sistema hidroeléctrico peruano. Estos proyectos generalmente tienen un bajo impacto ambiental y social, salvo que involucren transvases de agua entre cuencas de ríos.

Después de un período en el que predominó la ampliación de la generación eléctrica mediante centrales a gas, en la actualidad existe un renovado interés en la generación hidroeléctrica. Vale la pena hacer notar que el interés de los desarrolladores sigue las tendencias históricas, concentrándose más en proyectos localizados en las cuencas costeras occidentales que están ubicadas más cerca de los principales centros de carga y que presentan características técnicas conocidas pero desafiantes (altas cargas hidrostáticas, estructuras subterráneas, flujos de agua limitados).

El Estado necesita desempeñar un rol más activo para garantizar un nivel adecuado de seguridad del suministro de electricidad y una de las acciones fundamentales para avanzar en el desarrollo de esta infraestructura. Por ello, el Ministerio de Energía y Minas requiere planificar y disponer de un portafolio de proyectos para su promoción hacia la inversión privada y que, conjuntamente con otras directivas, orienten la inversión hacia el uso óptimo de la cuenca hidrográfica.

Para ello, en este servicio se considera imprescindible obtener una lista de proyectos que conformen el potencial técnico y represente la solución óptima del uso hidroenergético de las cuencas del Apurímac, Madre de Dios, Purús, Grande, Chili, Tambo y Titicaca (similar al estudio desarrollado en 1979), lo cual serviría de referencia para decidir sobre el otorgamiento de concesiones por parte del MINEM, y facilitaría la toma de decisiones para la

realización de estudios detallados, desarrollo e implementación por parte de inversores privados.

Otro objetivo a conseguir es el desarrollo de una metodología y/o procedimiento genérico para la optimización del aprovechamiento hidroenergético de una cuenca.

Finalmente, se aprovecha también este estudio para desarrollar estudios de campo sobre los principales proyectos identificados hasta un nivel de ingeniería básica similar al desarrollado en el estudio alemán.

Se denomina en adelante solución óptima a la alternativa técnicamente posible que, haciendo el mejor uso posible de los recursos hídricos de la cuenca, explota el potencial hidroeléctrico de un tramo de cauce de la manera más eficiente y rentable sin hipotecar futuras oportunidades de desarrollo.

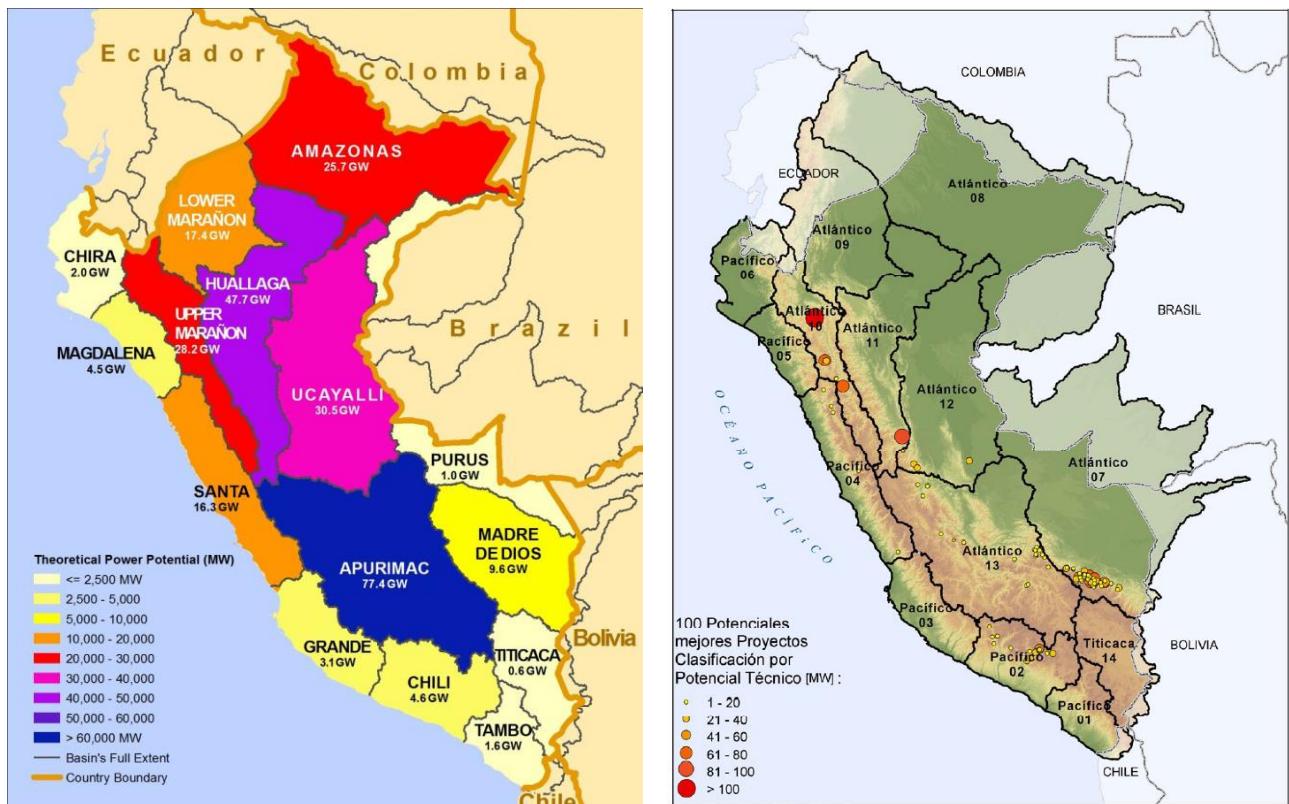
#### **1.4. Zonificación de áreas de interés**

En razón de los diferentes recursos disponibles para el estudio se dividió las zonas de interés en tres (03), tal como se muestra el cuadro siguiente:

Zonas de estudio	Cuenca	Cuenca Primaria	Potencia Teórico **(MW)
Zona I	Atlántico	Marañón Alto (Atlántico 10)	26 386
		Marañón Bajo (Atlántico 09)	13 561
		Huallaga (Atlántico 11)	25 382
	Pacífico	Chira (Pacífico 06)	1 782
		Magdalena (Pacífico 05)	4 015
		Santa (Pacífico 04)	12 711
Zona II	Atlántico	Ucayali (Atlántico 12)	11 821
		Amazonas (Atlántico 08)	22 107
Zona III	Atlántico	Apurímac (Atlántico 13)	59 212
		Madre de Dios (Atlántico 07)	6 563
		Purús (Atlántico 07)	1 346
	Pacífico	Grande (Pacífico 03)	3 505
		Chili (Pacífico 02)	3 409
		Tambo (Pacífico 01)	1 553
	Titicaca	Titicaca (Titicaca 14)	575
<b>TOTAL</b>			<b>193 928</b>

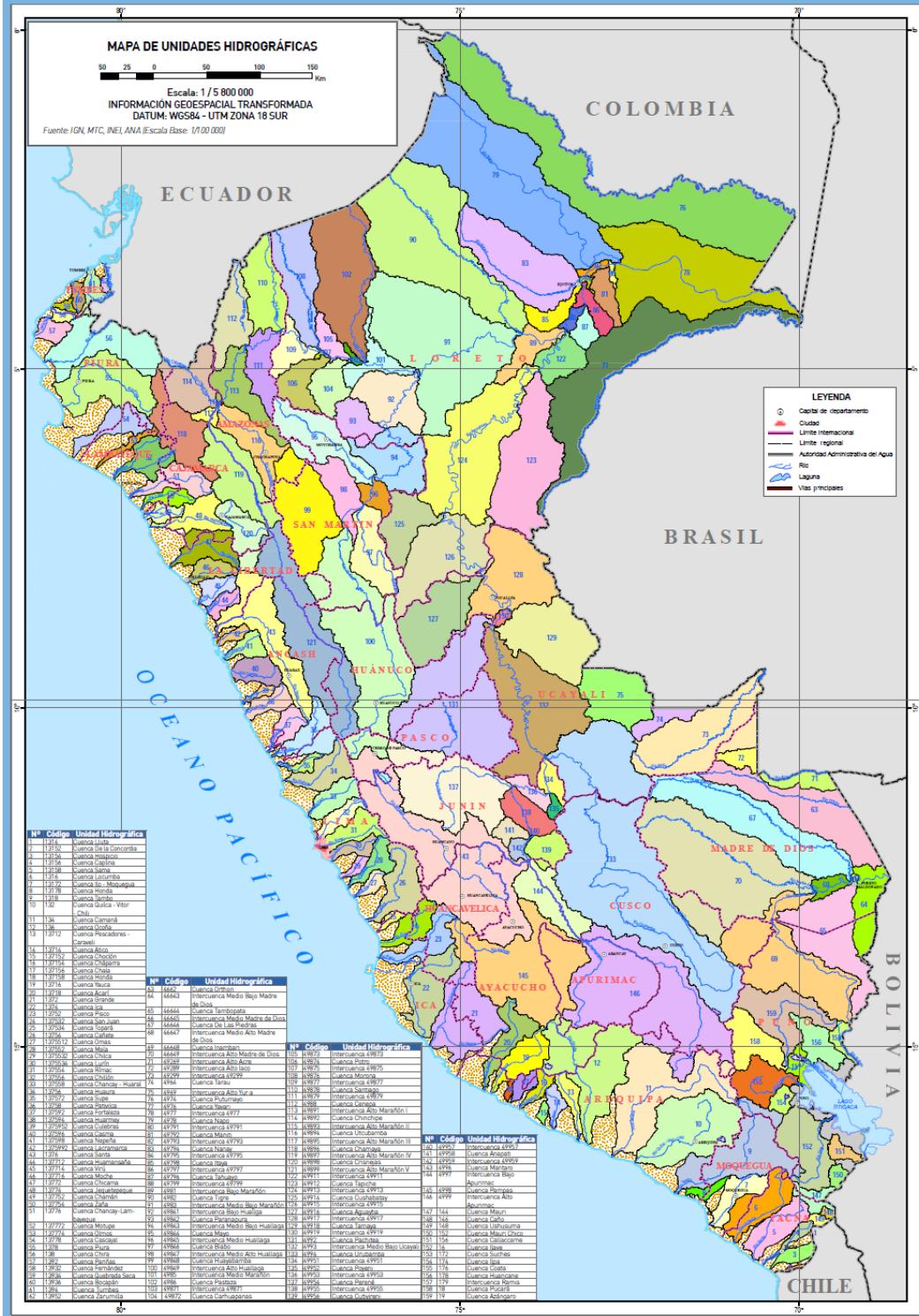
\*\* Sin considerar áreas con protegidas o áreas concesionadas a empresas de generación hidroeléctrica

La localización de las cuencas primarias se muestra en el mapa a continuación.



La Autoridad Nacional de Agua en su documento Atlas de Recursos Hídricos (enero 2013) muestra la hidrografía nacional dividida en unidades hidrográficas. Este atlas contiene amplia información de las características generales de las cuencas hidrográficas del país.

# Mapa de unidades hidrográficas del Perú



## **2. Objetivos del Servicio**

---

### Objetivo general

El objetivo del servicio es obtener una cartera de proyectos hidroeléctricos que resulte de la optimización del uso de los recursos hídricos en las cuencas del Apurímac, Madre de Dios, Purús, Grande, Chili, Tambo y Titicaca.

### Objetivos específicos

- a) Determinación del potencial hidroeléctrico técnico de las cuencas de los ríos Apurímac, Madre de Dios, Purús, Grande, Chili, Tambo y del Lago Titicaca, desarrollando una metodología de optimización que maximice el uso de los recursos naturales. Asimismo, identificar una lista de los proyectos hidroeléctricos priorizados.
- b) Desarrollar estudios de ingeniería básica de los diez (10) mejores proyectos hidroeléctricos de la lista identificada, utilizando la información que se recopile en las visitas de campo a las zonas de los proyectos.

## **3. Alcance de los trabajos**

---

El alcance de los trabajos a realizar incluye el desarrollo de estudios de gabinete para el desarrollo del esquema conceptual de las cuencas a nivel nacional, la optimización de las cuencas del Apurímac, Madre de Dios, Purús, Grande, Chili, Tambo y Titicaca, la determinación de proyectos que represente el potencial técnico y solución óptima de aprovechamiento de estas cuencas, y trabajos de campo para el desarrollo de un estudio preliminar sobre diez (10) mejores proyectos o catalogados como prioritarios.

Es necesario destacar que los presentes términos de referencia no son cerrados, pudiendo el consultor introducir iniciativas o mejoras que mejoren la calidad del trabajo realizado de acuerdo con su experiencia.

Asimismo, se requiere que el consultor tome en cuenta los análisis, conceptos, criterios y nivel de transparencia de cálculos del estudio *“Evaluación del Potencial Hidroeléctrico Nacional”* desarrollado por el MINEM con el gobierno Alemán.

Los trabajos constan de cuatro (04) etapas con los siguientes objetivos específicos:

#### **Primera etapa:**

- Recopilación y análisis de la información técnica legal existente

#### **Segunda etapa:**

- Análisis de las rutas hidrológicas efectuadas por USGS en las cuencas de Apurímac, Madre de Dios, Purús, Grande, Chili, Tambo y Titicaca,
- Esquemas de flujo de cuencas de Apurímac, Madre de Dios, Purús, Grande, Chili, Tambo y Titicaca,

- Visita preliminar a las zonas de interés

**Tercera etapa:**

- Elaboración de procedimientos y metodología para la optimización hidroenergética para las cuencas de Apurímac, Madre de Dios, Purús, Grande, Chili, Tambo y Titicaca,
- Optimización hidroenergética con la determinación del potencial técnico hidroenergético y un portafolio de proyectos de las cuencas del Apurímac, Madre de Dios, Purús, Grande, Chili, Tambo y Titicaca,
- Visor de proyectos hidroeléctricos identificados en las cuencas del Apurímac, Madre de Dios, Purús, Grande, Chili, Tambo y Titicaca,
- Recomendaciones

**Cuarta etapa:**

- Visita de campo de los diez (10) proyectos hidroeléctricos prioritarios ubicados en las cuencas del Apurímac, Madre de Dios, Purús, Grande, Chili, Tambo y Titicaca.
- Estudios de ingeniería básica de los diez (10) mejores proyectos hidroeléctricos

La cuarta etapa exige la realización de visitas y trabajos de campo de los diez (10) proyectos seleccionados como prioritarios del portafolio seleccionados con el debido sustento.

### **3.1. Primera Etapa**

#### **3.1.1. Recopilación y análisis de la información técnica legal existente**

El consultor realizará las labores de documentación relacionadas con las cuencas del Apurímac, Madre de Dios, Purús, Grande, Chili, Tambo y Titicaca. Este cometido incluye la recopilación de cuanta información esté disponible en relación con el trabajo a desarrollar, así como su análisis y evaluación.

La información recopilada y las conclusiones alcanzadas en los análisis y evaluaciones se resumirán en un informe y se integrarán en un banco de datos documental que permitirá visualizar y recuperar la información desde una plataforma de trabajo que permita acceder a información geográfica desde ArcGis y Google Earth y a la información documental.

El consultor debe realizar la revisión de los estudios previos y establecer un conjunto de criterios o lecciones aprendidas que deben ser consideradas en esta consultoría.

El consultor recopilará y analizará como mínimo la documentación siguiente:

- Información cartográfica
- Información hidrológica y meteorológica
  - Estaciones pluviométricas instaladas o proyectadas
  - Estaciones hidrométricas instaladas o proyectadas
    - Curvas de gasto
  - Datos hidrométricos puntuales y series temporales
  - Información sobre evapotranspiración

- Información hidrogeológica
- Información sedimentológica
  - Transporte sólido en cauces
  - Información sobre problemas de erosión y sedimentación
- Información legal
  - Normativa de la Autoridad Nacional del Agua
  - Decreto Supremo 031-2012-EM, Decreto Supremo 024-2013-EM, Ley de Concesiones Eléctricas y su Reglamento.
- Información geológica
  - Canteras
  - Sismicidad
- Información sobre áreas reservadas
  - Zonas arqueológicas
  - Zonas de amortiguamiento
  - Zonas protegidas
- Información sobre proyectos hidroeléctricos
  - Estudios disponibles
    - Información base del estudio de la misión alemana
    - Información base del estudio de Halcrow
    - Información base del estudio del USGS
  - Concesiones vigentes (para generación, transmisión y distribución)
  - Concesiones temporales vigentes y caducadas
  - Proyectos programados (Proinversión, MINEM, etc.)
  - Proyectos RER
  - Costos, que debe disponer el consultor por su cuenta para sus análisis en la evaluación de los proyectos y alternativas o variantes, especialmente los precios unitarios para los costos de materiales, construcciones y mano de obra, así como su porcentaje en moneda local y extranjera, componentes y equipamiento de centrales hidroeléctricas, líneas de transmisión, equipamiento (aliviaderos, presas, canales, túneles, transformadores, líneas de transmisión, accesos, patio de llaves, etc.), de las centrales (con la facultad de poder ser revisado y actualizado), costos indirectos entre otros.

## **3.2. Segunda Etapa**

### **3.2.1. Análisis de las rutas hidrológicas efectuadas por USGS en las cuencas del Apurímac, Madre de Dios, Purús, Grande, Chili, Tambo y Titicaca.**

Partiendo de la base datos geográfica que representa el resultado final del estudio de potencial hidroeléctrico del US Geological Survey de 2013, el consultor analizará la red de cauces ‘virtuales’ deducida del análisis del Modelo Digital del Terreno de 30m y su acondicionamiento y verificará su validez comparándola con la red oficial de cauces del Perú que utiliza la Autoridad Nacional del Agua.

A través de la comparación, el consultor señalará los tramos en los que el eje de los cauces virtuales se separa más de 90 m del eje de los cauces oficiales. Además, realizará una nueva versión de la base de datos geográfica que incluirá nuevos campos para indicar si los

segmentos de cauce están representados en la red oficial y en caso afirmativo con información disponible, el nombre oficial del cauce.

Con estas operaciones y las eventuales modificaciones a realizar, se considerará validada para su uso posterior la red de drenaje propuesta por el USGS.

### **3.2.2. Esquemas de flujo de las cuencas del Apurímac, Madre de Dios, Purús, Grande, Chili, Tambo y Titicaca.**

El consultor desarrollará los esquemas fluviales de los cauces de todas las cuencas del territorio nacional, para contar con un marco de referencia adecuado a la futura planificación del desarrollo del potencial energético.

Los esquemas se nutrirán de los análisis efectuados en la primera etapa y contendrá al menos los siguientes elementos:

- Río principal y afluentes más notables mostrando los caudales medios anuales en  $m^3/s$
- Confluencias, codificadas numéricamente
- Trasvases o importaciones de recursos intercuencas incluyendo el caudal medio anual de trasvase
- Fronteras, si existen
- Almacenamientos naturales (lagos) y capacidad en  $hm^3$
- Almacenamientos artificiales (reservorios) y capacidad en  $hm^3$
- Estaciones hidrométricas incluyendo el código identificativo
- Derivaciones, indicando uso del agua (irrigación, consumo humano), caudal medio y destino
- Tramos navegables
- Caudales mínimos circulantes, si el tramo estuviera sometido a restricciones
- Centrales hidroeléctricas, indicando identificación, caudal de proyecto y potencia instalada
- Concesiones de nuevas y existentes centrales hidroeléctricas

Para definir los esquemas, se partirá de la red de cauces del USGS, que se filtrará por tamaño de las cuencas vertientes a los segmentos hasta obtener el nivel adecuado de esquematización. Los cauces obtenidos se esquematizarán, añadiendo a continuación los elementos indicados, tanto existentes como planificados y los valores del caudal medio circulante o derivado en cada tramo.

El esquema elaborado para cada cuenca se trasladará a los formatos siguientes:

- Esquema geométrico, sin georreferencia, que servirá como elemento de trabajo y visualización.
- Esquema georreferenciado que representará con líneas rectas y a grandes rasgos la orientación de los cauces, y que podrá ser superpuesto a la cartografía existente para identificar geográficamente la ubicación de cada elemento del esquema
- Cada esquema estará compuesto por varias capas GIS que independizarán cada tipo de elemento (cauces, elementos de regulación, demandas de agua, estaciones de control, etc.).

- Los caudales de cada tramo, junto con los nombres y características de los elementos que componen el esquema, quedarán reflejados en las bases de datos específicas de cada capa.

La representación esquemática del sistema fluvial deberá ser desarrollada mediante la solución Arcgis.

Para comprobar la validez, se compararán los esquemas obtenidos con los que incluye el volumen VI del estudio de evaluación del potencial hidroeléctrico nacional realizado por el consorcio alemán en los años 80's.

### **3.2.3. Visita preliminar a las zonas de interés**

#### ***3.2.3.1. Detección de zonas de máximo potencial***

En la segunda etapa, el consultor identificará las zonas con mayor potencial hidroeléctrico de la cuenca. Para ello partirá de los estudios previos realizados, y en especial de la base de datos geoespacial elaborada por el *US Geological Survey* en el estudio del potencial hidroeléctrico del Perú.

Para la identificación, se filtrará la base de datos de partida, eliminando los segmentos de cauce situados en zonas de exclusión o con concesión hidroeléctrica previa. Se desecharán las zonas con potenciales hidroeléctricos inferiores a 20 kW/km o caudales en desembocadura de afluentes inferiores a 2 m<sup>3</sup>/s.

#### ***3.2.3.2. Identificación de zonas de interés para proyectos hidroeléctricos***

Se emplearán las funcionalidades de los gestores de Sistemas de Información Geográfica para agrupar los tramos de mayor potencial, estableciendo los que permiten obtener los aprovechamientos hidroeléctricos de potencia media o grande de mayor interés, que se denominarán en adelante proyectos hidroeléctricos y sobre los cuales se centra el resto del trabajo.

Los proyectos se podrán formular empleando aguas de una misma cuenca o con derivaciones de cuencas próximas para concentrar los potenciales en lugares técnica y económicamente factibles así como con recursos almacenados por bombeo.

Una vez realizada la selección, se consultará y complementará en caso necesario con los proyectos detectados como resultado de los estudios de potencial de 2011 (Halcrow) y 1979 (consorcio alemán). Al concluir esta tarea, se clasificarán los proyectos incluidos en el conjunto final obtenido como potencial alto, medio o bajo y se presentarán al Supervisor de los Trabajos para su aprobación.

Una vez aprobado, el conjunto de proyectos sobre los que versan las etapas siguientes se portarán al esquema de la cuenca.

La tercera etapa buscará optimizar el uso del recurso disponible obtenido en la etapa 2 a través de la selección de la mejor solución alternativa, teniendo en cuenta el salto, los costos, y las restricciones.

### **3.2.3.3. Visita preliminar**

El consultor realizará una visita preliminar a las principales áreas de interés ubicados en las cuencas del Apurímac, Madre de Dios, Purús, Grande, Chili, Tambo y Titicaca, con el objetivo de disponer de mayor información para reconocer aquellas zonas cuyo acceso, condiciones topográficas o dificultades de evacuación de la energía puedan incrementar excesivamente los costos y condicionar la rentabilidad de los proyectos interesantes. El plan de visitas a realizar se presentará al Supervisor del MINEM/DGE debidamente sustentado, contemplando además los tipos de especialistas que deben participar. Los fines que se espera alcanzar con las visitas, entre otros, son los siguientes:

- hacer un reconocimiento previo de los accesos
- realizar encuestas
- conocer las cuencas (orientación, red hidrográfica, morfología de los cursos de agua, cubierta vegetal, comprobación de altitudes, zonas cerradas)
- conocer las ubicaciones de estaciones meteorológicas e hidrológicas existentes y posibles que se puedan implementar para fines hidroenergéticos.
- obtener información secundaria para presentar un Plan de Trabajo para la siguiente etapa (etapa para definir el potencial técnico)
- realizar un documento fotográfico y de video, de las visitas realizadas

Después de los 10 días calendario de concluir la visita preliminar, el consultor deberá exponer detalladamente su plan general de los estudios en la Dirección General de Electricidad (Flujo de procesos del estudio, fundamentos de cómo optimizará las cuencas, cómo determinará el portafolio de proyectos, visión del estudio, etc.) y cronograma detallado de trabajo en base a una revisión de información disponible geográfica y de otros estudios referenciales.

En este documento, que servirá como plan de trabajo para la tercera etapa, el consultor sustentará entre otros aspectos cómo desarrollará los diferentes componentes del estudio, qué programas de cálculo empleará, o cómo abordará la optimización hidroenergética de las cuencas.

## **3.3. Tercera Etapa**

### **3.3.1. Elaboración de procedimientos y metodología para la optimización hidroenergética para las cuencas del Apurímac, Madre de Dios, Purús, Grande, Chili, Tambo y Titicaca**

Consiste en establecer una metodología y procedimientos para el desarrollo de la optimización hidroenergética de los proyectos hidroeléctricos de una cuenca genérica.

En ese sentido, es necesario revisar y analizar el estudio “*Evaluación del Potencial Hidroeléctrico Nacional*” en lo que respecta a los procedimientos y metodología que puedan adoptarse.

Se entiende por optimización hidroenergética a la mayor producción de energía extraíble proveniente del recurso hídrico (cuenca hidrográfica) considerando las restricciones técnicas, ambientales, económicas.

Se deberá tomar en cuenta lo siguiente:

- Métodos y flujo de proceso para la optimización hidroenergética en base a la información disponible
- Criterios básicos de tratamiento de información y niveles de coordinación con entidades nacionales.
- Requerimientos de generación de información para mejorar la toma de decisiones.
- Criterios para actualizar la disponibilidad hídrica y realizar optimización de los recursos hidrológicos para fines hidroenergéticos.
- Lista de software especializados mínimos para uso en la planificación así como de los modelos a medida requerido por el estudio.

Se entiende también, que la optimización hidroenergética de las cuencas debe considerar también el caudal óptimo disponible y el mejor salto, criterios económicos y ambientales, como resultado del análisis de las alternativas viables que se presenten, posibilidades de regulación, entre otros. Para ello, el consultor debe contar con un banco de costos o precios unitarios actualizados de los diferentes elementos del equipamiento de las centrales.

### **3.3.2. Optimización hidroenergética con la determinación del potencial técnico hidroenergético y portafolio de proyectos de las cuencas del Apurímac, Madre de Dios, Purús, Grande, Chili, Tambo y Titicaca.**

Utilizando la metodología general de optimización hidroenergética, el consultor determinará a nivel de gabinete el potencial técnico de las cuencas del Apurímac, Madre de Dios, Purús, Grande, Chili, Tambo y Titicaca, entendido como suma de los potenciales individuales de las soluciones óptimas para cada uno de los proyectos hidroeléctricos identificados en la segunda etapa.

Se define como Potencial Hidroeléctrico Técnico o explotable a aquél que estima los recursos que podrían ser explotados a través de desarrollos existentes o posibles sujetos a limitaciones técnicas, legales, ambientales y de costo

Para alcanzar el objetivo y realizar la optimización hidroenergética del potencial técnico, se desarrollarán las posibles alternativas viables y atractivas sobre cada proyecto identificado en la segunda etapa, empleando el caudal óptimo disponible y el mejor salto, así como criterios técnicos, económicos, medioambientales y sociales que puedan ser evaluados en base a información geográfica y no geográfica que sea disponible y útil para la evaluación de proyectos.

Para determinar el uso y gestión de los recursos en las cuencas, el consultor seguirá las normas y criterios establecidos por ANA. Tendrá en cuenta los grandes usuarios de recursos, como mínimo los siguientes:

- Irrigación
- Consumo humano

- Caudales ecológicos
- Navegación y usos recreativos

Considerará en el análisis las infraestructuras susceptibles de alterar el régimen hidráulico

- Reservorios de gestión del recurso consuntivo
- Reservorios para control de inundaciones
- Trasvases de la cuenca a cuencas vecinas (salidas)
- Trasvases de cuencas vecinas a la cuenca en estudio (entradas)

Los cálculos hidrológicos se realizarán en principio con el caudal medio anual, aunque el consultor podrá proponer si lo estima conveniente un análisis más detallado con los valores medios mensuales o incluso con la serie temporal mensual completa.

El consultor propondrá el método a emplear para estimar los caudales en los puntos donde no se disponga de información. Una vez completado el esquema con los caudales en los elementos básicos, el consultor realizará un balance hídrico cuyo objetivo será establecer el caudal medio circulante en cada tramo del esquema, comenzando el cálculo por las cabeceras y continuando en el sentido de circulación del agua.

Comprobará que en las estaciones de aforo y puntos de caudal conocido se obtiene el valor registrado, realizando las correcciones oportunas cuando el registrado y el calculado no coincidan.

Para el balance se considerarán las prioridades relativas de cada tipo de demanda de acuerdo con las leyes vigentes. Si resultara aplicable, utilizará en los cálculos la capacidad de los elementos de regulación.

Considerando que la prioridad de la producción hidroeléctrica es inferior a la atención de otras demandas consuntivas y ambientales, el régimen de caudales turbinables tendrá en cuenta las posibles modificaciones al flujo como consecuencia de los efectos de la regulación o de los calendarios de uso de otras demandas de mayor prioridad (sobre todo irrigación).

El caudal obtenido con este procedimiento para cada tramo se considerará el disponible para uso hidroeléctrico.

Con el fin de obtener los caudales mínimos garantizados para turbinar, el consultor repetirá el análisis anterior considerando el cambio climático utilizando los criterios definidos por la ANA.

Al optimizar la solución de cada proyecto y del conjunto de los proyectos de la cuenca, el contratista puede y debe -si resulta posible- mejorar lo propuesto en los TdR, no siendo preceptivo ceñirse estrictamente a ellos. En suma, el consultor tendrá libertad para proponer a la DGE nuevas ideas o metodologías no contempladas en los TdR.

Se tendrán en cuenta las sinergias con las centrales existentes en su entorno así como los estudios y proyectos de concesiones temporales existentes para la zona del emplazamiento, las cuales serán verificadas y comprobadas antes de comenzar.

La determinación de los proyectos alternativos se efectuará por medio de tipos estandarizados de plantas y centrales hidroeléctricas. Cada solución quedará definida mediante un predimensionamiento simple de los elementos que las integran, junto a valores medios del costo de la central y sus infraestructuras asociadas, potencia instalada, y otros datos relevantes de los que se podrá componer un índice para identificar los mejores aprovechamientos y priorizar su desarrollo.

El consultor utilizará los costos del banco de datos a desarrollar en la cuarta etapa (apartado 3.4.2.2).

En el estudio de cada alternativa se tendrá en cuenta el factor de planta, de forma que se puedan cubrir los posibles alcances operativos de la planta, desde operación de base hasta operación de punta.

Para evaluar la factibilidad económica y técnica de los proyectos se utilizará criterios tomando en cuenta las normativas nacionales referidas a lo siguiente:

- a) Incentivos de inversión, que regula los mecanismos que aseguran la inversión, como las subastas y beneficios tributarios.
- b) Regulación de concesiones (decretos supremos 031-2012-EM y 024-203-EM) que exigen demostrar que el proyecto es superior a otros en competencia si los hubiera.

El consultor trasladará a un diagrama de flujo la metodología que siguió para seleccionar la solución óptima de un proyecto entre las alternativas posibles y calcular su potencial técnico.

Como los proyectos se podrían transformar en proyectos de tipo multipropósito incorporando nuevas componentes no específicas del desarrollo hidroeléctrico como la regulación hídrica para control de avenidas o para la mejora en la gestión del agua o el acceso diario, se tendrá en cuenta todos los planeamientos nacionales regionales o locales que existan o estén proyectados en relación con cualquiera de los aspectos que pudieran afectar al proyecto y mejorarlo. Asimismo, se evaluará a nivel de gabinete las zonas donde se recomienda instalar nuevas estaciones hidrológicas y meteorológicas orientadas a desarrollar los proyectos del portafolio.

Sin pretender que la lista sea exhaustiva, se consultarán antes y durante el desarrollo del estudio los documentos analizados en el apartado 3.1 así como los siguientes planeamientos:

- **Energéticos**, incluyendo la transmisión (COES), distribución y concesiones temporales
- **Agrarios** como proyectos de nuevas zonas irrigadas o explotaciones agrarias existentes, para lo que se deben analizar las servidumbres con los datos aportados por el Ministerio de Agricultura MINAG y el PSI (Programa Subsectorial de Irrigaciones)
- **Uso del agua** para consumo humano o saneamiento, de acuerdo con los planeamientos regionales
- **Hidráulicos**, incluyendo el desarrollo de reservorios, trasmisiones, derivaciones y estaciones hidrométricas, de acuerdo con los planes del ANA y del MINEM
- **Medioambientales**, y posible afección de restos arqueológicos e históricos.

- **Transporte**, incluyendo carreteras y accesos propuestos por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones MTC o propuestos por el consultor durante el desarrollo del servicio. También se tendrán en cuenta, en caso de existir los planeamientos de navegación en los grandes cauces.
- **Ordenamiento Territorial y Uso del suelo**, así como las Zonificaciones Ecológicas Económicas ZEE que los gobiernos regionales o locales podrían haber desarrollado
- **Económicos** y de inversión

En detalle los trabajos a realizar en esta etapa son por lo menos los siguientes:

### **3.3.2.1. Estudios básicos**

- **Ámbito del proyecto.** Empleando los resultados obtenidos en los estudios previos de potencial hidroeléctrico, el consultor analizará las posibilidades de tratar como ámbito de cada proyecto al conjunto de varios tramos adyacentes del ámbito fluvial con el objetivo de maximizar el potencial desarollable evitando hipotecar las posibilidades energéticas de la zona con proyectos limitados o inadecuados.

El consultor detallará los criterios empleados para el posible agrupamiento en cada central. La estimación del potencial del proyecto del tramo conjunto se realizará empleando criterios razonables, que deben quedar reflejados en los informes.

- **Topológicos.** Partiendo de la cartografía generada con el visor desarrollado por el USGS en su estudio de potencial hidroeléctrico y de la cartografía disponible, el consultor preparará un mapa de la zona implicada en el proyecto a escala lo más detallada posible para utilizarlo como base del trabajo. Sobre esta información, el consultor definirá los componentes que integran el proyecto (toma, aducción, cámara de carga, tubería forzada, casa de máquinas, aliviaderos, zona de descarga, centro de transformación etc.).así como los accesos varios a las zonas de actuación y a la casa de máquinas, teniendo en cuenta el tamaño y peso de la maquinaria a trasladar.

Si el consultor lo considera adecuado, podrá complementar la cartografía con la obtenida mediante restitución fotogramétrica con objeto de disponer de mapas a pequeña escala y equidistancia de curvas de nivel 5 m o inferior. La cartografía base mostrará los núcleos de población, cultivos, carreteras y caminos vecinales, ríos y quebradas, acequias, etc.

- **Análisis preliminar.** Con objeto de realizar una primera exploración de los esquemas alternativos posibles, el consultor reconocerá las peculiaridades del terreno en la zona empleando cuantos datos cartográficos y fotográficos estén a su alcance para tener en cuenta y contar con datos preliminares relativos a las posibles dificultades e inconvenientes que presenta la zona de actuación, haciendo hincapié en
  - posibilidades de regulación
  - posibilidades de trasvases
  - aspectos relacionados con los accesos
  - emplazamiento de casa de máquinas

- dificultades que se anticipan en la puesta en obra y explotación
- posibilidades de evacuación de la energía producida
- posibilidades de transporte de energía por las redes actuales o futuras

**Hidrológicos.** El consultor estudiará las características hidrológicas del emplazamiento. El análisis será específico para cada emplazamiento y evitará en lo posible emplear los métodos regionales en que se fundamentan los estudios previos. Los trabajos se ejecutarán de forma coordinada con los organismos con competencias en la gestión de los recursos hídricos, especialmente ANA y SENAMHI.

Los objetivos del estudio hidrológico son:

- Preparar en cada emplazamiento una serie temporal de caudales en régimen natural lo más largas posible a intervalos mensuales como mínimo y si resultara posible incluso a intervalos diarios, que servirá para definir y optimizar el proyecto. El consultor realizará una propuesta sobre la metodología a aplicar, los datos requeridos y los medios técnicos que empleará para llegar a este resultado.

Como la serie debe representar el régimen natural, será necesario analizar y estimar las posibles derivaciones o incorporaciones de recursos al cauce aguas arriba del emplazamiento

La serie se presentará en un formato que facilite su presentación a la ANA a efectos de las futuras autorizaciones de concesión.

- Preparar curvas de duración partiendo de las series de caudales del punto anterior
- Calcular los caudales máximos que se pueden esperar y su frecuencia
- Estimar los niveles de inundación que alcanzaría la máxima avenida, para disponer los elementos a salvo en la peor situación
- Calcular los caudales ambientales con los criterios y políticas de ANA.
- Analizar la necesidad y las posibilidades de la regulación optimizando su dimensionamiento, teniendo en cuenta volúmenes embalsados, tipología de presa, altura de presa, afección por inundación, mejoras al conjunto de la cuenca en regulación para atender otras demandas y gestión de avenidas.

El consultor comenzará el estudio representando la cuenca vertiente al emplazamiento incluyendo la situación de cuantos equipos pueden aportar información hidrometeorológica (estaciones pluviométricas, de aforo, evaporímetros) y los datos de características físicas de la cuenca (red de drenaje, pendientes, vegetación, suelos). A continuación recopilará la información hidrológica disponible en forma de series temporales o registros puntuales.

Se generarán series temporales adicionales contemplando el cambio climático a través de las hipótesis hidrológicas recomendadas por el Ministerio del Ambiente -MINAM-y ANA. Estas series se emplearán para realizar análisis de

sensibilidad de las soluciones y su repercusión en los caudales medios y ambientales

Durante el desarrollo se tendrán en cuenta los datos de las estaciones de aforo próximas existentes. En cada emplazamiento prioritario, el consultor propondrá el establecimiento de una red hidrometeorológica asociada al proyecto cuyo objetivo será monitorear los recursos y facilitar en el futuro la optimización del proyecto definitivo. La red incluirá al menos una estación de aforos en el emplazamiento dotada de pluviómetro, y podrá incluir estaciones pluviométricas adicionales que quedarán perfectamente definidas en situación, forma de acceso y modo de registro de datos. Se comprobará previamente la existencia de proyectos previos de estaciones en las inmediaciones.

Dado el alto impacto del transporte sólido de los cauces del Perú, así como de su potencial erosivo o sedimentador y la movilidad de los cauces, será necesario tener en consideración la capacidad de transporte sólido y morfología del cauce en la zona de actuación, haciendo valoraciones teóricas de aportes anuales de sedimentos en caso de valorarse infraestructuras de regulación.

Si resultara necesario, los proyectos incluirán pasos de peces o soluciones para la navegación.

En caso de que el proyecto incluya la incorporación de presas de regulación, se coordinará con ANA el diseño y dimensionamiento para convertir los reservorios en elementos de uso múltiple que permitan atender otras posibles demandas prioritarias o realizar aportes a comunidades locales, proponiendo si fuera necesaria la revisión de la planificación hidráulica del organismo.

Una vez completado el trabajo, el consultor puede ofrecer recomendaciones a la Dirección General de Electricidad así como datos para actualizar o complementar las coberturas del GIS corporativo

- **Geológicos y Geotécnicos.** Partiendo de la información que proporcionará el MINEM, el consultor realizará un estudio previo encaminado a anticipar posibles problemas geológicos y geotécnicos, como mínimo los siguientes:

- riesgos sísmicos
- disponibilidad de canteras
- capacidad portante en los terrenos que soportarán estructuras
- deslizamientos e inestabilidades del terreno
- problemas de impermeabilidad, disponibilidad de canteras o resistencia del terreno asociados al establecimiento de presas de regulación

En el caso de los proyectos prioritarios, el estudio incluirá el recorrido e inspección visual detallada del emplazamiento, estimando la profundidad

de la roca, tipos de suelo, así como ubicación y material de las potenciales canteras en el área.

El estudio incorporará recomendaciones sobre la necesidad de realizar calicatas y otras pruebas geotécnicas, precisando las especificaciones técnicas o los términos de referencia para llevarlas a cabo.

### ***3.3.2.2. Análisis de alternativas y definición del proyecto óptimo.***

El consultor analizará las diferentes alternativas posibles en el tramo del proyecto para encontrar de forma justificada la solución óptima de desarrollo hidroeléctrico teniendo en cuenta los costos aproximados de ejecución de la obra, la producción de energía y los aspectos financieros.

Entre otros aspectos, las alternativas combinarán elementos que analizarán las posibilidades de:

- Regulación
- Trasvases intercuenca
- Captación
- Túneles
- Centrales en cascada
- Evacuación eléctrica y conexión a la red, especificando si la central enlazará con el SEIN (Sistema Eléctrico Interconectado Nacional).
- Análisis económico y financiero. En la evaluación de costos, se establecerán criterios de cálculos y precios homogéneos para todos los emplazamientos, con objeto de facilitar su comparación.

Para cada proyecto se definirán y plantearán los esquemas alternativos de desarrollo en base a los estudios básicos realizados (Topografía, Hidrología y Geología Superficial), el reconocimiento del sitio, el establecimiento del caudal de diseño en función del régimen del río y los costos de las obras, que dependen del caudal.

### ***3.3.2.3. Impactos y afecciones***

La selección del emplazamiento de cada proyecto se justificará teniendo en cuenta su impacto ambiental y social

- **Ambiental.** El consultor realizará un diagnóstico ambiental de cada proyecto prediciendo los problemas potenciales a que se enfrentará, y anticipando los requisitos futuros que exige la certificación exigida por la Ley del Sistema Nacional de la Evaluación de Impacto Ambiental SEIA
- **Social.** Se analizará el impacto social del proyecto teniendo en cuenta su afección a comunidades por motivos como ocupación de terrenos, inundación, modificación de accesos o afección a la pesca. En caso negativo, se justificará la no afección.

### **3.3.2.4. Portafolio de proyectos**

Como resultado de las optimizaciones realizadas en esta etapa se obtendrá un portafolio de proyectos que representará el potencial técnico de las cuencas del Apurímac, Madre de Dios, Purús, Grande, Chili, Tambo y Titicaca.

Cada uno de los proyectos estudiados será recogido en una ficha técnica de resumen que mostrará sus principales características. El conjunto de las fichas formará el portafolio de proyectos de la cuenca.

Cada ficha del portafolio quedará representada físicamente en un impreso estándar que contendrá la siguiente información:

#### **0. DATOS IDENTIFICATIVOS**

- Nombre del proyecto
- Código del proyecto
- Fase
- Potencia en MW
- Fecha de formalización de la ficha

#### **1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA**

- Río
- Cuenca
- Subcuenca
- Región
- Provincia
- Distrito
- Nombre y código de Carta Nacional
- Potencia (MW)
- Coordenadas UTM WGS84 de la presa
- Coordenadas UTM WGS84 de la casa de máquinas

#### **2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA PRESA**

- Altura (m)
- Capacidad de almacenamiento ( $\text{hm}^3$ )
- Espejo de agua máximo ( $\text{km}^2$ )
- Superficie de la cuenca vertiente ( $\text{km}^2$ )
- Cota de cimentación (m)
- Cota del cauce (m)
- Cota de coronación (m)
- Cota del embalse máximo normal (m)
- Caída bruta (m)
- Caída neta (m)

#### **3. CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS**

- Caudal medio ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
- Caudal ecológico ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
- Caudal de crecida de proyecto ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
- Caudal sólido ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
- Precipitación en la cuenca vertiente (mm/año)

#### 4. CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS

- Potencia instalada (MW)
- Potencia garantizada (MW)
- Factor de planta (/)
- Producción media de energía (MWh)
- Caudal de proyecto (m<sup>3</sup>/s)

#### 5. CARACTERÍSTICAS ECONÓMICAS

- Distancia al centro de carga (km)
- Costo Total de la inversión (US\$)
- Anualidad de la inversión (US\$)
- Costo anual de operación y mantenimiento (US\$)
- Costo total unitario (US\$/MW)
- Índice Costo-Beneficio (US\$/MWh)

#### 6. CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES

- Unidad de conservación
- Calidad de agua
- Tierras indígenas
- Transporte de sedimentos

#### 7. LOGISTICA Y ACCESO

- Distancia a la capital del distrito más próximo (km)
- Carreteras de acceso próximas al aprovechamiento
- Longitud de nuevos accesos a construir (km)
- Distancia aproximada a carretera de red viaria (km)
- Distancia aproximada a la planta más próxima (km)

#### 8. CLASIFICACIÓN

- Beneficios adicionales del proyecto
  - Regadío
  - Abastecimientos
  - Saneamientos
  - Red viaria
  - Reducción de riesgos de inundación
- Índice Costo-Beneficio (/)
- Índice de Calidad Ambiental (/)
- Índice de calidad técnica (/)
- Índice integral de atractivo (/)

La ficha de cada proyecto con sus características se podrá consultar mediante una aplicación de visualización que permitirá acceder a través de códigos o elementos geográficos, según se describe el numeral 4.3.2.

Adicionalmente, en esta etapa se sustentará la selección de los proyectos catalogados como prioritarios para las cuencas del Apurímac, Madre de Dios, Purús, Grande, Chili, Tambo y Titicaca. Para ello, el consultor detallará los criterios y estrategia seguidos para la elección.

Se presentarán los esquemas conceptuales de flujo a nivel nacional actualizados para las cuencas del Apurímac, Madre de Dios, Purús, Grande, Chili, Tambo y Titicaca, precisando la ubicación de los proyectos del portafolio y otros datos relevantes (estaciones hidrológicas recomendadas, embalses proyectados, etc).

### **3.3.3. Visor de proyectos hidroeléctricos identificados en las cuencas del Apurímac, Madre de Dios, Purús, Grande, Chili, Tambo y Titicaca**

El visor de proyectos hidroeléctricos a desarrollar permitirá visualizar las características de cada uno de los elementos que componen los proyectos incluidos en el portafolio.

El visor deberá mostrar en pantalla al menos los siguientes elementos:

- Ubicación geográfica del proyecto, a través de un Sistema de Información Geográfica, superpuesta a imágenes de Google Earth, incluyendo la posibilidad de añadir coberturas básicas (red fluvial, núcleos de población, accesos) a la vista.
- Características generales del proyecto (potencia, caudal, salto, producción hidroeléctrica, elementos que lo componen y características individuales, datos económicos y ambientales) que se describen en el numeral 4.3.2.4.
- Documentos de sustento.
- Esquema conceptual de flujo actualizado para las cuencas del Apurímac, Madre de Dios, Purús, Grande, Chili, Tambo y Titicaca, precisando la ubicación de los proyectos del portafolio y otros datos relevantes (estaciones hidrológicas, embalses, etc.).

Antes de su programación, el consultor propondrá al Supervisor el tipo de aplicación que desarrollará (cliente-servidor, aplicación web) y sus características para su aprobación.

### **3.3.4. Recomendaciones**

En base a lo desarrollado, el consultor ajustará la metodología para que la DGE pueda actualizar o modificar los resultados del estudio repitiendo las optimizaciones de la cuenca con datos o criterios diferentes de los presentados en el informe final. La metodología contemplará la posibilidad de promover acciones administrativas.

Además, el consultor definirá las investigaciones complementarias que se necesitarán para poder elevar los proyectos hidroeléctricos prioritarios a mayores niveles de estudio.

## **3.4. Cuarta etapa**

### **3.4.1. Visita de campo de los diez (10) proyectos hidroeléctricos prioritarios ubicados en las cuencas del Apurímac, Madre de Dios, Purús, Grande, Chili, Tambo y Titicaca**

Se realizará como mínimo una visita de campo a cada emplazamiento seleccionado como prioritario, ubicados preferentemente en las cuencas del Apurímac, Madre de Dios, Purús, Grande, Chili, Tambo y Titicaca.

Los objetivos de las visitas de campo serán

- Realizar un **reconocimiento detallado del terreno** previamente analizado en gabinete validando y si fuera necesario corrigiendo los resultados obtenidos previamente

- Obtener **datos in situ** de los aspectos relacionados con
  - Hidrología
  - Niveles máximos de inundación
  - Geología
  - Geotecnia
  - Accesos
  - Población y posibles afecciones
  - Aspectos medioambientales

Las visitas de campo serán propuestas a la DGE, que las autorizará, y serán realizadas por el Consultor conjuntamente con el Supervisor designado por el MINEM.

Si por razones técnicas, económicas y ambientales, u otra razón debidamente fundamentada no pudiera realizarse la ingeniería básica a alguno de los proyectos, el consultor propondrá proyectos alternativos para poder completar la cantidad de 10 proyectos.

### **3.4.2. Estudios de ingeniería básica de los diez (10) mejores proyectos hidroeléctricos**

#### **3.4.2.1. Predimensionamiento**

El consultor realizará un predimensionamiento y un estudio para cada proyecto óptimo seleccionado en el que quedarán perfectamente definidos los elementos que lo componen en lo referente a diseño, dimensionamiento y costo.

Los componentes a determinar se dividirán en cuatro grupos:

- **Obras Civiles** incluyendo (si forman parte del proyecto)
  - Presa de regulación
  - Bombeo (centrales reversibles)
  - Captación (Toma)
  - Decantación (Desarenador)
  - Aducción (Canal/Túnel)
  - Cámara de carga
  - Aliviaderos
  - Conducto Forzado
  - Casa de máquinas
  - Restitución (Descarga)
  - Accesos y Canteras

En el caso de que las posibles presas de regulación superen los 15 m de altura o puedan ser afectadas por la rotura de presas ubicadas aguas arriba de su emplazamiento previsto, el Consultor deberá tomar en consideración las previsiones de la política de seguridad de presas del Banco Mundial (OP 4:37 de Seguridad de Presas) o las de aplicación.

Para los accesos, tendrá en cuenta la actual red de carreteras y el planeamiento de futuras vías. Si lo justifica adecuadamente, el consultor podrá proponer una optimización de la red viaria actual. En cualquier caso

deberá especificar claramente las vías de acceso que resultan imprescindibles a corto plazo para avanzar en los proyectos prioritarios.

- **Equipamiento hidromecánico**
  - rejillas de toma
  - compuertas de regulación de nivel
  - equipo en cámara de carga
  - tubería forzada
- **Equipamiento Electromecánico:** El consultor recomendará la tipología de la central así como el tipo, número de unidades y características de
  - Turbina
  - Generador
  - Gobernador
  - Válvula Principal
  - Sistema de Control y Seguridad
- **Obras Eléctricas**
  - Subestaciones y transformadores de salida
  - Líneas de Transmisión
  - Interconexión a la Red
  - Sistema de Control y Comunicaciones

El consultor estudiará y propondrá la forma de evacuar la energía producida a la red plasmándola en un esquema.

#### **3.4.2.2. Estimación de costos**

El consultor evaluará los costos incluyendo los de inversión (presupuesto) y los de operación y mantenimiento distinguiendo las siguientes partidas:

- Infraestructura y obras civiles.
- Equipos e instalaciones hidromecánicas (tubería de presión, compuertas, rejas, etc.).
- Equipo Hidrogenerador (válvulas, turbinas, generadores).
- Obras Eléctricas (casa de máquinas, subestación y línea de transmisión).
- Equipos e Instalaciones Varias (equipos auxiliares, control y comunicaciones, etc.).
- Costos de Adecuación Ambiental y Social (provenientes de la coordinación con el Consultor de estudio de diagnóstico socio ambiental, incluyendo costos de servidumbre).
- Ingeniería – Diseño.
- Dirección Técnica y Administrativa
- Puesta en operación.
- Gastos Generales y Utilidades, desglosados para cada una de las partidas anteriores.

Los costos de cada proyecto alternativo se evaluarán utilizando bases de datos previamente establecidas por el consultor contenido costos unitarios referenciales para los diferentes elementos (obras civiles, accesos, equipos, costos directos y de montaje, mano de obra, etc.) que tendrán en cuenta los precios internacionales.

### **3.4.2.3. Evaluación económica**

El consultor estimará la producción hidroeléctrica y las ventas de energía mensuales, estacionales y anuales del proyecto. Las ventas se considerarán dirigidas a dos mercados, el de corto plazo en base al precio “spot” esperado del mercado y a contratos basados en un precio meta estimado en función de precios de contratos y de subastas de energía y de proyectos hidroeléctricos.

Se formulará un flujo de caja Interno, en función de la inversión del proyecto, los costos de operación y mantenimiento estimados, para un horizonte de evaluación de 30 años. Los cálculos serán en US Dólares. Se realizarán los cálculos con una tasa de descuento base del 12%

Los principales indicadores a calcular son:

- Valor Actual Neto - VAN
- Tasa Interna de Retorno - TIR
- Índice Beneficio / Costo – IB/C

Se realizarán análisis de sensibilidad de

- la evaluación económica respecto al costo de inversión del proyecto (-5, +5, +10, +15 y +20%)
- la producción de la central (-5 y -10%)
- el precio “spot” del mercado (+5, -5 y -10%)
- el precio meta de venta en contratos (+10, +5, -5, -10%)
- la tasa de descuento (-6, -4, -2%).

Se realizará un análisis de equilibrio económico del proyecto para el caso base, y cuando la TIR del proyecto supere a la tasa de descuento base, adicionando un “pago” anual (asimilándolo a un costo de operación y mantenimiento) que iguale la TIR a la tasa de descuento base.

Todos los análisis económicos realizados se entregarán en tablas y gráficos impresos así como en formato Excel.

## **4. Entregables**

---

Cada entregable o informe debe adjuntar un CD o USB con los archivos en PDF y su versión editable (Word, Excel, Ficheros Geodatabase, Shape, entre otros), los archivos fuentes que soportan los informes, archivos ArcGis, así como lo siguiente:

- Los programas de procesamiento de información y cálculos, en su versión ejecutable con su licencia de uso cuando han sido desarrollados por terceros, y en sus versiones ejecutables y fuentes cuando han sido desarrollados por el consultor dentro del trabajo de consultoría contratado.
- Visor de proyectos
- La geodatabase desarrollada para la consultoría
- Otros desarrollados como producto de la consultoría.

El estudio utilizará el software ArcGis para el desarrollo de aplicaciones del sistema de información geográfica. Toda información georreferenciada que se entregue como producto final estará referida a los siguientes datos:

- |                   |  |
|-------------------|--|
| • Datum Geodésico | World Geodetic System 1984 (WGS84) S18   |
| • Elipsoide       | World Geodetic System 1984 (WGS84) S18   |
| • Proyección      | Universal Transversal Mercator (UTM)   |
| • Escala          | 1: 100 000 (El consultor podrá utilizar, según la exigencia de la información, una escala de trabajo que represente en mayor detalle la realidad geográfica) |

Los entregables son materia de presentación en el Ministerio de Energía y Minas por parte del consultor.

### **Primer entregable**

Informe que contiene el desarrollo de las actividades descritas en el ítem 3.1, con los siguientes resultados:

- ✓ Banco de datos documental y visualizador de la información técnica recopilada

### **Segundo entregable**

Informe que contiene el desarrollo de las actividades descritas en el ítem 3.2, con los siguientes resultados:

- ✓ Análisis de rutas hidrológicas de las cuencas de Apurímac, Madre de Dios, Purús, Grande, Chili, Tambo y Titicaca
- ✓ Esquemas conceptuales de flujo de las cuencas de Apurímac, Madre de Dios, Purús, Grande, Chili, Tambo y Titicaca
- ✓ Informe de la visita preliminar a las zonas de interés
- ✓ Plan general de los estudios y cronograma detallado de los trabajos

### **Tercer entregable**

Informe que contiene el desarrollo de las actividades descritas en el ítem 3.3 con los siguientes resultados:

- ✓ Elaboración, procedimientos y metodología para la optimización hidroenergética de cuencas de Apurímac, Madre de Dios, Purús, Grande, Chili, Tambo y Titicaca.

- ✓ Optimización hidroenergética con la determinación del potencial técnico hidroenergético y portafolio de proyectos de las cuencas del Apurímac, Madre de Dios, Purús, Grande, Chili, Tambo y Titicaca.
- ✓ Lista de proyectos hidroeléctricos identificados en esta etapa para las cuencas del Apurímac, Madre de Dios, Purús, Grande, Chili, Tambo y Titicaca, e información geográfica correspondiente (incluyendo datos técnicos).
- ✓ Visualizador. El consultor preparará una aplicación que permita visualizar el portafolio de los proyectos óptimos identificados en el estudio, con una presentación o contenido de calidad para propósito de promoción a los inversionistas.
- ✓ Lista de ubicación recomendada para la instalación de nuevas estaciones hidrológicas y meteorológicas orientadas a desarrollar los proyectos del portafolio.
- ✓ Esquemas conceptuales de flujo actualizado para las cuencas de Apurímac, Madre de Dios, Purús, Grande, Chili, Tambo y Titicaca.
- ✓ Recomendaciones

#### **Cuarto entregable (borrador del informe final)**

Informe que contiene el desarrollo de las actividades descritas en los ítems 3.1, 3.2, 3.3 y 3.4.

Este informe estará compuesto de un Informe Ejecutivo e Informe Detallado. El Informe Ejecutivo deberá comprender, por lo menos lo siguiente:

- **Informe Ejecutivo**, debe contener como mínimo:
  - Objetivos
  - Metodología
  - Hipótesis
  - Criterios
  - Resultados resumidos
  - Conclusiones y recomendaciones

Con la entrega del cuarto entregable se realizará un **taller de difusión** (un día) realizado en el Ministerio de Energía y Minas. Este programa será presentado oportunamente por el consultor para la aprobación del supervisor. Este taller debe servir, de una parte, como presentación del trabajo ejecutado y de los resultados obtenidos, y de otra parte, para recabar comentarios del MINEM, ANA, SENAMHI, y de los potenciales usuarios. Estos comentarios u observaciones servirán para la redacción del informe final y el ajuste de los productos finales.

#### **Quinto entregable (informe final)**

Comprenderá el informe completo de las actividades y resultados de la consultoría, incluyendo agregados y modificaciones al borrador del informe final. Se incluye todos los productos digitales finales,

Con la entrega del informe final, el consultor presentará al supervisor un taller de capacitación por tres días (4 horas por día) para transferir los conocimientos adquiridos durante la ejecución del estudio. Asimismo, la capacitación versará sobre los aspectos enumerados para el resumen ejecutivo y detallado, que incluye la explicación sobre los conceptos, criterios, procedimientos utilizados para la optimización y la obtención del portafolio de proyectos, y también sobre el uso de los modelos y medios informáticos utilizados, teniendo como misión principal que el equipo participante del taller esté preparado para actualizar el potencial técnico del país conforme se obtenga información actualizada que sirve al estudio.

## 5. Plazo y forma de pago

---

El trabajo se realizará en un plazo de 270 días calendario, contados a partir de la fecha de suscripción del contrato y/o la entrada en vigor. Los entregables y porcentajes de pago asociados son los que se muestran a continuación:

Entregable	Fecha máxima de entrega	Porcentaje de Pago
Entregable 1	A los 30 días calendario de la suscripción del contrato y/o la entrada en vigor.	10%
Entregable 2	A los 90 días calendario de la suscripción del contrato y/o la entrada en vigor	20%
Entregable 3	A los 180 días calendario de la suscripción del contrato y/o la entrada en vigor	20%
Entregable 4	A los 230 días calendario de la suscripción del contrato y/o la entrada en vigor	30%
Entregable 5 o Informe Final	A los 270 días calendario de la suscripción del contrato y/o la entrada en vigor	20%

La UCPS efectuará los pagos luego de emitido el informe de conformidad correspondiente por parte del Comité Técnico de Trabajo y del Coordinador Técnico

del Programa. En el caso del Informe Final requerirá adicionalmente de la no objeción del BID.

El pago se realizará por transferencia bancaria, en dólares americanos, para lo cual:

- 4) El proveedor debe:
  - (a) Haber realizado el servicio
  - (b) Haber presentado a la UCPS el comprobante de pago emitido a nombre de la UCPS-MEF con RUC Nº 20332877551, previa coordinación con la UCPS.
- 5) El representante de MINEM ante el Comité Técnico de Trabajo, en coordinación con el equipo técnico de la UCPS, remitirán la conformidad técnica, dentro del plazo señalado en los presentes Términos de Referencia.
- 6) La UCPS deberá haber verificado los aspectos formales y administrativos para proceder con el pago correspondiente.

## 6. Coordinación y Supervisión

---

La coordinación y supervisión de las actividades y la conformidad de los entregables que se desarrollarán en el marco de la presente consultoría, estará a cargo del Equipo Técnico de la UCPS y del representante del MINEM ante el Comité Técnico de Trabajo.

MINEM, a través de su representante ante el Comité Técnico de Trabajo, otorgará su conformidad u observaciones a los entregables dentro de los 15 días calendarios de su presentación, y el Consultor tendrá un máximo de 10 días calendario para levantar las observaciones.

Adicionalmente, el MINEM contará con el apoyo de un supervisor ad-hoc. La supervisión del proyecto estará a cargo de la persona designada por la Dirección General de Electricidad.

El Supervisor se mantendrá en comunicación periódica con el Consultor, por lo que se valorará que la metodología de trabajo del Consultor incluya la presentación de documentos breves de avance que permitan la definición progresiva de los diferentes aspectos del estudio, antes de la entrega de los informes.

El consultor desarrollará una presentación y sustentación sobre el contenido de cada uno de los entregables, 15 días antes del plazo de entrega por mesa de partes, con la finalidad de recibir aportes pertinentes de la supervisión. Esta presentación no excluye que el entregable reciba observaciones para su levantamiento correspondiente.

El Supervisor será el responsable de emitir informes preliminares para la aprobación final de los resultados de cada etapa del Plan de Trabajo, previa coordinación con la Dirección General de Electricidad. La sustentación de las propuestas podrá efectuarse presencialmente o a través de medios de comunicación.

El consultor se encargará de desarrollar los documentos de solicitud de información que se requiera para el estudio, las cuales serán remitidas por la DGE.

El consultor se encargará de coordinar reuniones entre la DGE, ANA, SENAMHI, entre otras entidades que crea conveniente para el desarrollo del estudio.

La UCPS efectuará los pagos luego de emitido el informe de conformidad correspondiente por parte del Comité Técnico de Trabajo. Asimismo, en el caso del último entregable se requerirá la no objeción del BID.

## 7. Calificaciones del Consultor y el Personal Clave

---

7.1 Se espera que el consultor tenga experiencia en las distintas áreas de evaluación de recursos energéticos en el ámbito de la ingeniería del agua e hidroproducción, específicamente experiencia en los siguientes puntos:

- En hidrología y evaluación de recursos hidráulicos, incluyéndose estudios de balance de oferta y demanda hídrica.
- En la determinación de potencial hidroeléctrico de países o regiones o áreas,
- En el estudio y evaluación de proyectos hidroeléctricos, a nivel de factibilidad o ingeniería de detalle.
- En el desarrollo y uso de modelos digitales de elevación, modelos y programas de cómputo para simulación hidrológica de cuencas y ríos así como en la aplicación de sistemas de información geográfica (SIG), en ArcGis\*,

La experiencia del consultor en el desarrollo de las aplicaciones SIG y manejo de software base tipo ArcGis de ESRI Inc. con el que cuenta la DGE del MINEM será considerado necesario.

### 7.2 Requerimientos mínimos del personal clave

---

En su perfil, el consultor debe contar al menos con el siguiente personal y requerimientos mínimos (consultor podrá proponer a su criterio la participación de otros especialistas en ámbitos que puedan ser relevantes para la ejecución de los trabajos, si así procede, los mismos que serán considerados como personal no clave):

#### 1. Jefe de equipo / Coordinador

- a. Titulación académica en Ingeniería Civil, Ingeniería Agrícola o disciplina afín,
- b. Maestría en ciencias Económicas o en Administración y Dirección de Empresas (MBA) o formación complementaria equiparable,
- c. Experiencia profesional en la dirección de al menos 02 estudios y/o proyectos relacionados con la gestión de los recursos hídricos, incluyendo específicamente actividades relacionadas con el aprovechamiento hidroenergético de cuencas.
- d. Experiencia profesional específica en el tema de 8 años y experiencia general de por lo menos 20 años.

Entre sus cometidos, estarán: (i) dirigir el trabajo con contacto estrecho con el Supervisor de los Trabajos y formular las propuestas que correspondan para la correcta ejecución del contrato; (ii) coordinar el trabajo del equipo multidisciplinario del consultor y supervisar los trabajos; (iii) validación de la idoneidad y calidad de los documentos entregables que se hayan de presentar a la DGE; (iv) participar en las visitas de emplazamientos seleccionados, cuando así proceda a criterio de la DGE y/o del consultor.

## **2. Especialista en hidrología/climatología**

- a) Titulación académica en Ingeniería Civil, Ingeniería Agrícola o disciplina similar,
- b) Maestría en Hidrología o Gestión de los Recursos Hídricos o formación complementaria equiparable,
- c) Experiencia profesional en la elaboración de al menos 02 estudios hidrológicos e hidráulicos relacionados con la planificación y gestión de cuencas hidrográficas.
- d) Experiencia profesional específica en el tema de 8 años y experiencia general de por lo menos 15 años.

Entre sus cometidos, estarán: (i) revisar la disponibilidad hidrológica y climatológica por cuenca y de los usos de agua a considerar en los sitios de interés, calculando los caudales donde se requiera; (ii) preparar los esquemas de la cuenca y optimizar el aprovechamiento multipropósito del recurso hídrico; (iii) participar en las visitas de campo a emplazamientos seleccionados y en la posterior redacción de un informe sobre las mismas; iv) redactará un informe con recomendaciones para la instalación de nuevas estaciones hidrometeorológicas orientadas hacia el desarrollo hidroeléctrico; (v) otros propios de su especialidad que le sean encomendados por el Jefe de Equipo / Coordinador.

## **3. Especialista en hidroenergía**

- a) Titulación académica en Ingeniería de Mecánica de Fluidos, Mecánica Eléctrica, Ingeniería Civil, Ingeniería Agrícola o disciplina afín.
- b) Experiencia profesional general en al menos 01 estudio y/o proyecto relacionados con la planificación y gestión de recursos hídricos, regulados para fines hidroenergéticos y su uso multipropósito.
- c) Experiencia profesional específica en el tema de 8 años y experiencia general de por lo menos 15 años.

Entre sus cometidos, estarán: (i) preparar la metodología de selección de los potenciales aprovechamientos; (ii) optimizar las soluciones de cada proyecto, incluyendo la optimización de embalses en coordinación con el especialista en hidrología; (iii) ubicar de forma preliminar las infraestructuras que integran los proyectos alternativos y el óptimo; (iv) participar en las visitas de campo a emplazamientos seleccionados; (vi) otros propios de su especialidad que le sean encomendados por el Jefe de Equipo / Coordinador.

## **4. Especialista en presas y centrales hidroeléctricas**

- a) Titulación académica en Ingeniería Civil, Ingeniería Agrícola, Ingeniería Geológica o disciplina afín.
- b) Experiencia profesional en la elaboración de al menos, 01 estudio de pre-inversión y/o inversión en presas, y 01 estudio de pre-inversión y/o inversión en centrales hidroeléctricas.

Entre sus cometidos, estarán: (i) realizar el predimensionamiento de los proyectos óptimos; (ii) ayudar a definir los criterios de selección de posibles emplazamientos; (iii) participar en las visitas de campo a emplazamientos seleccionados; (iv) definir los costos de los

elementos que integran cada proyecto y realizar el análisis económico; (vi) otros propios de su especialidad que le sean encomendados por el Jefe de Equipo / Coordinador.

## **5. Especialista ambiental**

- a) Titulación académica en Ingeniería Ambiental, Ciencias Ambientales, Biológicas o disciplina afín.
- b) Experiencia profesional en al menos 01 estudio de evaluación y diagnóstico de impacto ambiental en el ámbito de infraestructuras asociadas al aprovechamiento de los recursos hídricos, incluyendo presas.
- c) Experiencia profesional específica en el tema de 6 años y experiencia general de por lo menos 12 años.

Entre sus cometidos, estarán: (i) desarrollar un análisis preliminar de impactos ambientales, a incluir en las fichas técnicas; (ii) participar en las visitas de campo a emplazamientos seleccionados, si así procede; (iii) redactar un informe incluyendo el análisis de las restricciones zonales y de la legislación aplicable; (iv) otros propios de su especialidad que le sean encomendados por el Jefe de Equipo / Coordinador.

## **6. Especialista en geología/geotecnia**

- a) Titulación académica en Ingeniería Civil, Ingeniería Geológica, Ciencias Geológicas o disciplina similar.
- b) Experiencia profesional en al menos 01 estudio geológico y geotécnico, y 01 estudio que incluya la implementación de campañas de reconocimiento en campo y caracterización de riesgos geológicos e hidrometeorológicos.
- c) Experiencia profesional específica en el tema de 8 años y experiencia general de por lo menos 15 años.

Entre sus cometidos, estarán: (i) participar en las visitas de campo a emplazamientos seleccionados y en la posterior redacción de un informe sobre las mismas; (ii) evaluar en gabinete los mapas geológicos disponibles para ayudar a ubicar las infraestructuras de cada proyecto; (iii) otros propios de su especialidad que le sean encomendados por el Jefe de Equipo / Coordinador.

## **7. Especialista en Sistemas de Información Geográfica (SIG) y tratamiento de datos**

- a) Titulación académica en Ingeniería en Sistemas, Ingeniería Informática, Ingeniería en Geografía, Cartografía, Geomática o disciplina afín.
- b) Experiencia profesional usando el ArcGIS y de bases de datos en aplicaciones de hidrología, en al menos un (01) estudio de proyectos hidroenergéticos y/o el aprovechamiento sostenible de recursos hídricos.
- c) Experiencia profesional específica en el tema de 5 años y experiencia general de por lo menos 10 años.

Entre sus cometidos, estarán: (i) emplear las bases de datos geo referenciadas para apoyar a los restantes especialistas en la búsqueda de los mejores emplazamientos; (ii) generar nuevas capas con los esquemas de cuenca e integrarlos con la información corporativa

existente; (iii) proponer el diseño funcional del visor de proyectos hidroeléctricos e implementarlo; (iv) otros propios de su especialidad que le sean encomendados por el Jefe de Equipo / Coordinador.

## **8. Lugar de Trabajo**

---

La prestación del servicio tendrá como sede la ciudad de Lima excepto para la realización de las visitas o trabajos de campo a las diferentes localizaciones propuestas por el Consultor y aprobadas por la DGE.

El Consultor deberá contar con las instalaciones necesarias y suficientes para cumplir con el servicio requerido. En los casos que sea necesario se podrán llevar a cabo reuniones de trabajo en las instalaciones de MINEM, o donde el MINEM determine.

## **9. Propiedad Intelectual**

---

Todos los planos, dibujos, especificaciones, diseños, informes, programas o plataformas informáticas y otros documentos preparados por el Consultor en virtud del servicio pasarán a ser de propiedad del Contratante y de MINEM en su calidad de entidad beneficiaria del PROSEMER, quedando reservado para estos todos los derechos como propietarios de los mismos.