

Bases de Pre-Calificación

ESTUDIO DEL POTENCIAL HIDROELÉCTRICO DE BOLIVIA

SEGUNDA FASE

Con fecha 12 de octubre de 2012 se firmó el Acuerdo de Instalación de Asistencia Técnica (Technical Assistance Facility Agreement) entre OFID (The OPEC Found for International Development) y CAF (Banco de Desarrollo de América Latina), con el objetivo de mejorar el desempeño del sistema energético en sus países miembros (por intermedio de agencias beneficiarias y mediante actividades elegibles), que fomenten sus desarrollos económicos, en cumplimiento de las políticas de ambas instituciones. La Asistencia Técnica considera 14 países elegibles, que incluye a Bolivia.

En julio de 2015, y en el marco del acuerdo de Cooperación Técnica entre la Corporación Andina de Fomento (CAF) y el Ministerio de Hidrocarburos y Energía (MHE), el US Geological Survey elaboró el informe “Hydropower Assessment of Bolivia A Multi-Source Satellite Data and Hydrologic Modeling Approach”, resultado de un estudio cuyo objetivo consistió en elaborar una base de datos espacial georeferenciada para actualizar el potencial aprovechable proveniente de centrales pequeñas, medianas y grandes, aplicando las últimas tecnologías disponibles y la información del modelo digital del terreno SRTM de 30 m de resolución, de dominio público desde septiembre de 2014.

El estudio anteriormente mencionado, además de los estudios previos existentes, son el punto de partida del análisis, que debe servir para establecer el Potencial Hidroeléctrico Técnicamente Aprovechable, así como para identificar una nueva cartera de proyectos hidroeléctricos.

El presente estudio tiene un presupuesto de **Cuatro Cientos Mil Dólares Americanos (US\$ 400.000.00)**, y deberá ser realizado en un plazo no mayor a **doce (12) meses** desde la fecha de firma del contrato. Los fondos del estudio provienen de OFID.

1. INFORMACIÓN GENERAL

1.1 Objetivo General

El objetivo del estudio es obtener un portafolio de al menos 100 proyectos hidroeléctricos nuevos y susceptibles de ser explotados, así como obtener una estimación del Potencial Técnico Aprovechable de Bolivia.

1.2 Características Generales del Estudio

El alcance de los trabajos a realizar incluye el desarrollo de estudios de gabinete para la obtención del potencial hidroeléctrico técnicamente aprovechable de Bolivia y, la determinación de proyectos que represente dicho potencial y solución óptima de aprovechamiento, con la identificación de al menos 100 posibles proyectos no identificados previamente de los cuales al menos un 10% deben superar los 100 MW de potencia y el desarrollo a nivel de fichas técnicas de al menos (10) proyectos mayores de 100 MW, catalogados como prioritarios.

Se excluyen explícitamente del desarrollo, los proyectos actualmente incluidos en la cartera de proyectos de ENDE Corporación, por lo tanto, únicamente se estudiarán proyectos nuevos.

1.3 Presentación de Propuestas de precalificación

Las propuestas deberán ser enviadas en formato digital (PDF) hasta el día **20 de mayo de 2016** antes de las 18:00 horas-Caracas, mediante un correo electrónico a la dirección: energia@caf.com , se recomienda para documentos de gran tamaño (mayores de 8 MB) utilizar algún proveedor de servicio como Dropbox o iCloud y compartir el vínculo al correo mencionado.

Se recibirán consultas sobre la pre-calificación hasta el día **09 de mayo de 2016** antes de las 18:00 horas-Caracas, favor dirigir su comunicación a la dirección: energia@caf.com. El día **11 de mayo de 2016** se responderán las consultas recibidas.

2. PREPARACIÓN DE LAS PROPUESTAS

Las propuestas deberán contener:

2.1 Documentos Legales y Administrativos

- a. Carta de declaración de compromiso, de acuerdo al Formulario A-1
- b. Identificación del proponente, de acuerdo al Formulario A-2.
- c. Experiencia de la empresa proponente de los últimos **10 años**, de acuerdo al Formulario A-3.
- d. Currículum vitae del personal propuesto por el proponente, de acuerdo con el Formulario A-4.

Resumen curricular del personal profesional y técnico, por especialidad y años de experiencia, que prestarán servicios en el marco del Estudio, y las actividades que cada uno desarrollará en el marco de los servicios solicitados en la convocatoria.

La experiencia del personal propuesto es el conjunto de trabajos y/o estudios en los cuales el profesional ha desempeñado trabajos similares al de la propuesta.

- e. Carta de presentación de la propuesta, de acuerdo al Formulario B-1

3. CRITERIOS DE PRE CALIFICACIÓN A PROPONENTES

Únicamente se calificará a las empresas que demuestren experiencia en el tema de la convocatoria mediante estudios desarrollados en los últimos 10 años. La experiencia relacionada con el presente concurso corresponde a las áreas de: estudios pluviométricos e hidrológicos en grandes cuencas incluyendo actividades de levantamiento y homogeneización de información, manejo de bases de datos hidrometeorológicos para depuración y validación de series temporales, modelamiento hidrológico, optimización del recurso hídrico y energético en cuencas hidrográficas, estudios hidroenergéticos, optimización de la configuración de proyectos hidroeléctricos, manejo de cartografía y bases de datos georreferenciadas con sistemas de información geográfica y elaboración de servidores de mapas web en entornos GIS.

Se evaluará el enfoque multidisciplinario del grupo de trabajo propuesto y la formación académica de los profesionales en las áreas específicas de conocimiento (estudios de grado y los estudios de postgrado a nivel de maestría y doctorado en las áreas de conocimiento específicas).

Se enviará la Solicitud de Propuesta (SDP) para participar en el proceso de Licitación a los Proveedores/Consultores que alcancen más de **70 puntos** en la pre-calificación según la evaluación de la tabla siguiente:

Criterios de Calificación	Puntaje Máximo
1. Experiencia en estudios similares 1.1. Estudios pluviométricos e hidrológicos en grandes cuencas incluyendo actividades de levantamiento de información y manejo de bases de datos. 1.2. Modelamiento hidrológico, optimización del recurso hídrico y energético en cuencas hidrográficas. 1.3. Estudios hidroenergéticos. 1.4. Optimización de la configuración de proyectos hidroeléctricos. 1.5. Manejo de bases de datos asociadas a sistemas de información geográfica y elaboración de servidores de mapas web en entorno GIS. Se evaluará con la información proporcionada en el formulario A-3.	50
2. Experiencia de los RRHH. Se evaluará con la información proporcionada en el formulario A-4.	30
3. Enfoque multidisciplinario. Se evaluará con la información proporcionada en la propuesta.	20
TOTAL	100

FORMULARIO A-1

MODELO DECLARACIÓN DE COMPROMISO

Por la presente declaramos la importancia de un proceso de adjudicación libre, justo y basado en los principios de la libre competencia que excluya cualquier forma de abusos. Respetando ese principio, no hemos ofrecido, concedido ni aceptado ventajas improcedentes a los empleados públicos o demás personas en el marco de nuestra oferta, en forma directa o en forma indirecta, ni tampoco ofreceremos, concederemos o aceptaremos tales incentivos o condiciones en el transcurso del presente proceso de pre-calificación o, en el caso de resultar adjudicatarios del contrato, en la posterior ejecución del contrato. Aseguramos asimismo que no existe ningún conflicto de intereses en el sentido de las Directrices correspondientes.

Declaramos asimismo la importancia de respetar el cumplimiento de estándares sociales mínimos (“normas fundamentales del trabajo”) en la ejecución del proyecto. Nos comprometemos a respetarlas normas fundamentales del trabajo ratificadas por **[el país]**.

Aseguramos que informaremos a nuestros colaboradores sobre sus obligaciones respectivas y sobre la obligatoriedad de respetar este compromiso así como sobre la obligatoriedad de respetar **[las leyes del país]**.

Declaramos asimismo que nosotros no figuramos/ningún miembro del consorcio figura ni en la lista de sanciones de las Naciones Unidas, ni de la UE, ni en ningún otra lista de sanciones, y aseguramos que nosotros/todos los miembros del consorcio harán aviso inmediato al Contratante si esto fuera el caso en un momento posterior.

Aceptamos que en caso de que fuéramos incluidos (o un miembro del consorcio fuera incluido) en una lista de sanciones jurídicamente vinculante para el Contratante, el Contratante tendrá derecho a excluirnos/a excluir al consorcio del proceso de adjudicación y/o, en caso de una contratación, tendrá derecho a rescindir el contrato de forma inmediata, si las informaciones facilitadas en la Declaración de compromiso eran objetivamente falsas o si la causa de exclusión se produce en un momento posterior, después de la entrega de la Declaración de compromiso.

.....

(lugar)

.....

(fecha)

.....

(nombre de la empresa)

.....

(firma/s)

FORMULARIO A-2
IDENTIFICACIÓN DEL PROPONENTE

1. Nombre de la Empresa: _____

2. Establecida: Fecha: _____

País: _____

3. Tipo de organización (marque el correcto)

- Unipersonal
- Sociedad en comandita
- Sociedad de Responsabilidad Limitada
- Sociedad Anónima
- ONG
- Otros _____

4. En consorcio con: (si es aplicable)

5. Oficina Principal

- Dirección: _____
- Ciudad: _____
- País: _____ Estado: _____
- Casilla: _____ Código Postal: _____
- Teléfonos: _____
- Fax: _____ Dirección Electrónica: _____

(Firma del Representante)

(Nombre y Cargo del Representante)

Nota.

A este formulario se deberá adjuntar:

- a. Copia del documento de identidad del Representante Legal
- b. Copia del documento que evidencie su designación como Representante Legal

FORMULARIO A-3
EXPERIENCIA DE LA EMPRESA

ÁREAS DE TRABAJO DESDE LA CONSTITUCIÓN DE LA EMPRESA

AREA	PAIS	RESULTADOS LOGRADOS

EXPERIENCIA ESPECÍFICA EN EL AMBITO SECTORIAL.

ESTUDIO/PROYECTO	PAÍS	CONTRATANTE	RESULTADOS LOGRADOS

(Firma del Representante Legal)

(Nombre completo y Cargo del Representante Legal)

FORMULARIO A-4

CURRICULUM VITAE DEL PERSONAL PROPUESTO

(Llenar un formulario por cada especialista propuesto, cuando corresponda)

CARGO:

Nombre completo:

Edad:

Nacionalidad:

Profesión:

Especialidad:

Actividades que el profesional desarrollará en el Informe Sectorial:

SERVICIOS EJECUTADOS EVALUABLES

DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO	NOMBRE DEL CLIENTE	CARGO	PERÍODO EJECUCIÓN	
			INICIO (mes/año)	CONCLUSIÓN (mes/año)

Nota: Se entiende por servicios ejecutados evaluables aquellos trabajos realizados que tienen características o guardan estrecha similitud con el servicio que será ejecutado por el profesional, realizados en los últimos cinco (5) años.

El suscrito, (nombre del profesional), me comprometo a ejecutar las actividades propuestas en caso que el Proponente (nombre del Proponente) se adjudique el Contrato objeto de la presente convocatoria.

(Firma del Profesional)
(Aclaración de la firma)

(Firma del Representante Legal)
(Aclaración de la firma y Cargo)

**FORMULARIO B-1
CARTA DE PRESENTACIÓN DE LA PROPUESTA**

(Fecha) _____

Señores

Corporación Andina de Fomento CAF

Presente

Ref. _____ **(Indicar el objeto de la contratación)**

Estimados señores:

Declaramos y garantizamos haber examinado cuidadosamente las Bases de Pre-Calificación para la Presentación de Propuestas de fecha [--], así como los formularios para la presentación de la propuesta y que en virtud de ello, aceptamos sin reservas todas las estipulaciones de dichos documentos.

_____ **(Indicar el nombre de la empresa)** ofrece ejecutar el Informe Sectorial en las condiciones requeridas para la Presentación de Propuestas y de acuerdo con los formularios de la propuesta presentada.

Esta propuesta tiene un periodo de validez de _____ **(Indicar el número de días que no deberá ser menor a noventa (90) días calendario)** días calendario a partir de la fecha fijada para la Apertura de Propuestas.

Declaramos la veracidad de toda la información proporcionada y autorizamos mediante la presente, para que en caso de ser adjudicados, cualquier persona natural o jurídica, suministre a los representantes autorizados de la CAF, toda la información que consideren necesaria para verificar la documentación que presentamos. En caso de comprobarse falsedad en la misma, nos damos por notificados que su entidad tiene el derecho a descalificar nuestra propuesta.

Si nuestra propuesta es aceptada, nos comprometemos a presentar, en el plazo establecido para la Presentación de Propuestas, los documentos originales o fotocopias legalizadas de todos y cada uno de los documentos señalados en los formularios de la propuesta, así como de todo aquello que presentamos en fotocopia simple.

En caso de ser adjudicados, esta propuesta constituirá un compromiso obligatorio hasta que se prepare y firme el contrato de adjudicación.

(Firma del Representante Legal)

(Nombre y Cargo del Representante Legal)

ANEXO 1



TÉRMINOS DE REFERENCIA
ESTUDIO DEL POTENCIAL HIDROELÉCTRICO DE BOLIVIA
SEGUNDA FASE



ESTUDIO DEL POTENCIAL HIDROELÉCTRICO DE BOLIVIA SEGUNDA FASE

Términos de Referencia

Tabla de contenido

1. OBJETIVOS DEL ESTUDIO	11
2. ANTECEDENTES	12
2.1. ANTECEDENTES SOBRE ESTUDIOS PREVIOS	12
2.2. REQUERIMIENTO DE OPTIMIZACIÓN	12
3. ALCANCE DE LOS TRABAJOS	13
3.1. PRIMERA ETAPA	15
3.1.1. <i>Recopilación, valoración, validación y análisis de la información técnica y legal existente</i> 15	
3.1.2. <i>Validación, evaluación y análisis específico del trabajo llevado a cabo en la Primera Fase por el USGS: análisis de los cauces virtuales</i>	16
3.1.3. <i>Esquemas de flujo de las cuencas de Bolivia</i>	17
3.1.4. <i>Detección de zonas de máximo potencial</i>	18
3.2. SEGUNDA ETAPA.....	20
3.2.1. <i>Determinación del Potencial Técnico Aprovechable de Bolivia</i>	20
3.2.2. <i>Optimización hidroenergética con la identificación de al menos 100 proyectos hidroeléctricos</i>	20
3.2.3. <i>Elaboración de un detalle con una descripción general de los proyectos identificados</i>	30
3.3. TERCERA ETAPA	31
3.3.1. <i>Elaboración de Fichas Técnicas para los mejores aprovechamientos</i>	31
VISOR DE PROYECTOS HIDROELÉCTRICOS	35
3.3.2. <i>Recomendaciones</i>	35

ESTUDIO DEL POTENCIAL HIDROELÉCTRICO DE BOLIVIA SEGUNDA FASE

Términos de Referencia

1. Objetivos del Estudio

Objetivo general

El objetivo del estudio es obtener un portafolio de al menos 100 proyectos hidroeléctricos no identificados y susceptibles de ser explotados, así como obtener una estimación del Potencial Técnico Aprovechable de Bolivia.

Objetivos específicos

- a) Determinación a nivel de trabajo de gabinete, del Potencial Técnico Aprovechable de Bolivia, sobre la base del Estudio elaborado por el USGS (*US Geological Survey*), “*Hydropower Assessment of Bolivia A Multi-Source Satellite Data and Hydrologic Modeling Approach*”, que corresponde a la Primera Fase de la Determinación del Potencial Hidroeléctrico de Bolivia, llevado a cabo por el Ministerio de Hidrocarburos y Energía, sobre la base de un Convenio de Cooperación Técnica No Reembolsable con CAF.
- b) Obtener una cartera de posibles proyectos de centrales hidroeléctricas a partir de la optimización del uso de las cuencas hidrográficas de Bolivia. Esta optimización considerará el uso de embalses, construcción de presas y obras de trasvase de forma sustentable y acorde con las perspectivas de uso multipropósito de las cuencas.
- c) Elaboración de una lista de al menos 100 proyectos potenciales identificados, que incluya una descripción general del aprovechamiento, cuyo contenido se detalla más adelante en el presente documento. De ellos, al menos un 10% debe superar los 100 MW de potencia.
- d) Para los mejores aprovechamientos (10 o más) mayores de 100 MW, se elaborarán Fichas Técnicas, cuyo contenido se detalla más adelante en el presente documento. Estos aprovechamientos deberán tener la característica de ser inéditos, es decir, que no se encuentren incluidos en la cartera de proyectos de ENDE, la cual será entregada al Consultor que se adjudique el Servicio.

2. Antecedentes

2.1. Antecedentes sobre estudios previos

En el marco de un convenio entre la Empresa Nacional de Electricidad (ENDE) y Naciones Unidas se presentó en mayo de 1977 el documento “Evaluación y Aprovechamiento de los Recursos Energéticos de Bolivia”. Este estudio emplea los datos disponibles en la fecha, consistentes en cartografía y pluviometría escala 1:1,000,000 y métodos simplificados para obtener la primera cifra del potencial hidroeléctrico en los ríos principales de Bolivia con una evaluación parcial del potencial en las subcuencas.

En junio de 1984, y aprovechando en un nuevo convenio entre ENDE y la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), se desarrolla el estudio “Evaluación de los Recursos Hidroenergéticos de Bolivia” cuyo objetivo es actualizar de forma más detallada el desarrollado anteriormente aplicando la nueva información disponible. El cálculo se realiza por afluentes de los ríos principales descendiendo a tramos parciales entre afluentes cuando esto resulta posible.

En consideración de los avances tecnológicos de los últimos 30 años y el aumento de las redes hidrométricas y sus registros asociados, se hace evidente la necesidad de acometer una nueva evaluación global para todo el territorio de Bolivia.

En julio de 2015, y en el marco del acuerdo de Cooperación Técnica entre la Corporación Andina de Fomento CAF y el Ministerio de Hidrocarburos y Energía MHE, el *US Geological Survey* se elabora el informe “*Hydropower Assessment of Bolivia A Multi-Source Satellite Data and Hydrologic Modeling Approach*”, resultado de un estudio cuyo objetivo consistió en elaborar una base de datos espacial georeferenciada para 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 y la información del modelo digital del terreno SRTM de 30 m de resolución, de dominio público desde septiembre de 2014.

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

El estudio anteriormente mencionado, además de los estudios previos existentes, son el punto de partida del análisis, que debe servir para establecer el Potencial Hidroeléctrico Técnicamente Aprovechable, así como para identificar una nueva cartera de proyectos hidroeléctricos.

2.2. Requerimiento de optimización

En este estudio se considera imprescindible obtener proyectos que conformen el potencial técnico, y representen la solución óptima del uso hidroenergético en cada cuenca de

Bolivia, lo cual serviría de referencia y facilitaría la toma de decisiones para la realización de estudios detallados y/o, desarrollo e implementación de los proyectos.

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

Finalmente, también en este estudio se deberán desarrollar fichas técnicas, que incluyan una evaluación preliminar y el predimensionamiento de los elementos de los proyectos en sus componentes principales.

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

3. Alcance de los trabajos

El alcance de los trabajos a realizar incluye el desarrollo de estudios de gabinete para la obtención del potencial hidroeléctrico técnicamente aprovechable de Bolivia y, la determinación de proyectos que represente dicho potencial y solución óptima de aprovechamiento, con la identificación de al menos 100 posibles proyectos no identificados previamente de los cuales al menos un 10% deben superar los 100 MW de potencia y el desarrollo a nivel de fichas técnicas de al menos (10) proyectos **mayores de 100 MW**, catalogados como prioritarios.

Se excluyen explícitamente del desarrollo, los proyectos actualmente incluidos en la cartera de proyectos de ENDE Corporación, la cual será entregada al Consultor que se adjudique el Servicio. En consecuencia, únicamente se estudiarán proyectos nuevos. Es necesario destacar que los presentes términos de referencia no son cerrados, por lo cual se valorará si el Consultor introduce iniciativas o mejoras a la calidad del trabajo por realizar y a la metodología planteada de acuerdo con su experiencia, así como al número de proyectos a identificar o fichas a elaborar.

En adelante, se emplearán las siguientes referencias para referenciar a los organismos oficiales:

- Ministerio de Hidrocarburos y Energía (MHE)
 - Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas
 - Dirección General de Electricidad (DGE)
 - Dirección General de Planificación e Integración Económica (DGPIE)
 - Dirección General de Gestión Socio Ambiental (DGGSA)
 - Comité Nacional de Despacho de Carga (CNDC)
 - Empresa Nacional de Electricidad (ENDE)

- Ministerio de Obras Públicas, Servicios y Vivienda (MOPSV)
 - Dirección General de Transporte Terrestre, Fluvial y Lacustre (DGTTFLL)
- Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA)
 - Dirección general de Cuencas y Recursos Hídricos (DGCRH)
 - Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)
- Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (MDRyT)
- United States Geological Survey (USGS)

Los trabajos se desarrollan en tres (03) etapas de acuerdo al siguiente detalle:

Primera etapa:

- Recopilación, valoración, validación y análisis de la información técnica y legal existente;
- Validación, evaluación y análisis específico del trabajo llevado a cabo en Primera Fase por el USGS, análisis de los cauces virtuales del USGS;
- Esquemas de flujo de cuencas a nivel nacional;
- Detección de zonas de máximo potencial;
- Elaboración de procedimientos y metodología para la optimización hidroenergética de cuencas.

Segunda etapa:

- Determinación del Potencial Técnico Aprovechable de Bolivia;
- Optimización hidroenergética con la identificación de al menos 100 proyectos hidroeléctricos, de los cuales al menos el 10% debe superar 100 MW de potencia;
- Elaboración de un detalle con una descripción general de los proyectos identificados;

Tercera etapa:

- Elaboración de los estudios de definición y dimensionamiento (Fichas Técnicas), para los mejores aprovechamientos, 10 o más, identificados como prioritarios y adecuadamente justificados. Estos aprovechamientos deberán tener la característica de ser inéditos, es decir, que estos no se encuentren en el portafolio de proyectos de ENDE.
- Visor de proyectos hidroeléctricos;
- Recomendaciones.

3.1. Primera Etapa

3.1.1. Recopilación, valoración, validación y análisis de la información técnica y legal existente

El Consultor realizará las labores de recopilación y obtención de documentación e información relacionada con el presente estudio, en las instancias competentes a nivel nacional. Este cometido incluye la recopilación de cuanta información esté disponible en relación con el trabajo a desarrollar, así como su valoración, validación, 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*, así como a la información documental.

El Consultor recopilará y analizará como mínimo la documentación con el siguiente listado referencial:

- 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
 - Caudales medios
 - Curvas de duración de caudal
 - Información sobre evapotranspiración
 - Información hidrogeológica
 - Información sedimentológica
 - Transporte sólido en cauces
 - Información sobre problemas de erosión y sedimentación
- Información legal
 - Normativas del MMAyA
 - Leyes y Decretos sobre Concesiones Eléctricas
- Información sobre infraestructuras hidráulicas existentes o proyectadas
 - Reservorios
 - Trasvases
 - Grandes derivaciones
- Información geológica
 - Canteras
 - Sismicidad
 - Zonas geológicamente inestables (deslizamientos)
 - Aptitud geológica para definir tipología de presas

- Información sobre áreas reservadas
 - Zonas arqueológicas
 - Zonas de amortiguamiento
 - Zonas protegidas
- Información sobre proyectos hidroeléctricos
 - Estudios disponibles
 - Información base del estudio del USGS
 - Concesiones vigentes (para generación, transmisión y distribución);
 - Concesiones temporales vigentes y caducadas;
 - Proyectos programados;
 - 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.

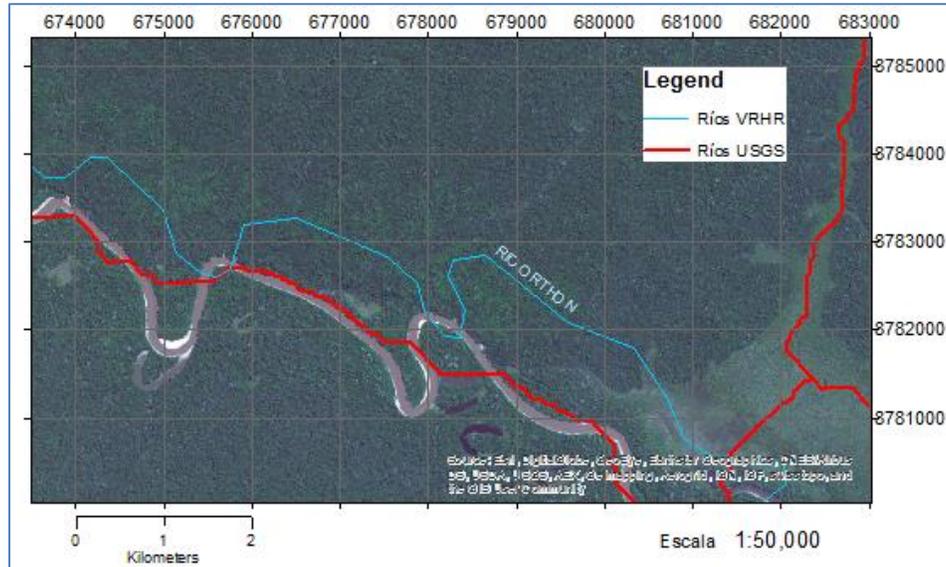
3.1.2. Validación, evaluación y análisis específico del trabajo llevado a cabo en la Primera Fase por el USGS: análisis de los cauces virtuales

El Consultor analizará, validará y evaluará, de manera específica, la totalidad del trabajo elaborado por el USGS, en el marco de la Primera Fase del Estudio del Potencial Hidroeléctrico de Bolivia.

En este entendido, analizará la red de cauces 'virtuales' deducida del análisis del Modelo Digital del Terreno de 30 m y su acondicionamiento y verificará su validez comparándola con la red oficial de cauces de Bolivia que utiliza la DGCRH del MMAyA.

A través de la comparación, el Consultor señalará y corregirá si fuera necesario, los tramos en los que el eje de los cauces virtuales se separan más de 90 m del eje de los cauces oficiales. Además, actualizará la base de datos geográfica añadiendo 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.

Se ha comprobado que existe cierta coincidencia entre los mapas de drenaje entregados por Bolivia y el modelo digital de drenaje observando los mapas a escala aprox. de 1:2 000 000. A escalas mayores (1:50,000+) las diferencias entre los ejes de cauce de ambos drenajes pueden estar entre 0 y casi 1000 metros.



El mapa de ríos publicado por el MMAyA a través de VRHR, fue generado el año 2002 por el Sistema Nacional de Información para el Desarrollo (SNID) sobre imágenes Landsat TM a escala 1:1 000 000. Por esta razón, el mapa tendrá diferencias en trazo y posición con respecto al mapa de ríos del USGS.

Con estas consideraciones, el mapa del VRHR podría usarse como referencia para la nomenclatura de los ríos, pero no para validar el trazo de los mismos.

Se analizarán la revisión y compatibilización de caudales desarrollada por el USGS en la primera fase, muy especialmente en las regiones próximas a los límites entre zonas homogéneas.

3.1.3. Esquemas de flujo de las cuencas de Bolivia

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 de la forma más aproximada posible (mapa topológico). Se verificará la coherencia en la sumatoria de caudal en cada confluencia de ríos, recorriendo de aguas arriba hacia aguas abajo.
- Confluencias, codificadas numéricamente;
- Trasvases o importaciones de recursos intercuenas, incluyendo el caudal medio anual de trasvase;

- Fronteras, si existen;
- Almacenamientos naturales (lagos) y capacidad en hm^3 ; en la medida en que haya información.
- Almacenamientos artificiales (reservorios) altura 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, incluyendo identificación, caudal de proyecto, potencia instalada y caudal turbinado promedio histórico;
- Concesiones de centrales hidroeléctricas nuevas y existentes;

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 topológico, sin georeferencia, 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 con la aplicación *ArcGIS*.

3.1.4. Detección de zonas de máximo potencial

En esta etapa, el Consultor identificará las zonas con mayor potencial hidroeléctrico en el país. 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 de Bolivia.

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. De acuerdo con la supervisión, se definirá un criterio de exclusión de tramos o zonas con escaso potencial (por ejemplo, zonas con potenciales hidroeléctricos inferiores a 20 kW/km o caudales en desembocadura de afluentes inferiores a 2 m³/s).

3.1.5. Metodología y procedimiento para la determinación del Potencial Técnico Aprovechable de Bolivia

El Consultor deberá establecer una metodología y procedimientos para la determinación del Potencial Técnico Aprovechable de Bolivia, entendida como la que maximiza la producción de energía extraíble proveniente del recurso hídrico (cuenca hidrográfica) considerando las restricciones técnicas, ambientales, sociales y económicas.

Esta metodología deberá ser aprobada por el Contratante.

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;
- Criterios para actualizar la disponibilidad hídrica y realizar optimización de los recursos hidrológicos para fines hidroenergéticos teniendo en cuenta otros usos prioritarios del agua;
- Lista de software especializados mínimos para uso en la planificación así como de los modelos a medida requerida por el estudio;

Se entiende también que para la determinación del Potencial Técnico Aprovechable de Bolivia se debe considerar el caudal óptimo disponible y el mejor salto, y criterios económicos, ambientales y sociales, 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 actualizados y procedentes de experiencias recientes en Bolivia o en países próximos.

3.2. Segunda Etapa

3.2.1. Determinación del Potencial Técnico Aprovechable de Bolivia

Se define como Potencial Hidroeléctrico Aprovechable a aquél que utiliza los recursos que podrían ser explotados a través del desarrollo de proyectos, existentes y propuestos, sujetos a limitaciones técnicas, legales, ambientales, sociales y de costo.

Sobre la base de la metodología y procedimientos establecidos en la Primera Etapa, el Consultor deberá determinar el potencial técnico aprovechable de Bolivia.

3.2.2. Optimización hidroenergética con la identificación de al menos 100 proyectos hidroeléctricos

Empleando la información generada en la primera etapa, el Consultor identificará las zonas donde se concentran los segmentos de 1 km de longitud con los mayores potenciales del país con objeto de buscar la ubicación óptima de los futuros proyectos hidroeléctricos.

De esta fase identificativa se seleccionará un conjunto de al menos 100 nuevos proyectos hidroeléctricos que deben ser optimizados, tanto desde el punto de vista hidrológico, teniendo en cuenta los restantes usos del agua, como desde el punto de vista energético, buscando la mejor solución en términos de aprovechamiento de los recursos. Para ello, se desarrollarán las posibles alternativas viables y atractivas sobre cada proyecto identificado, 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, útil para la evaluación de proyectos, que se encuentre disponible. Los proyectos del portafolio deben ser de nueva identificación.

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

- Reservorios de gestión del recurso consuntivo
- Reservorios para control de inundaciones
- Derivaciones de agua
- Trasvases de la cuenca a cuencas vecinas (salidas)

- Trasvases de cuencas vecinas a la cuenca en estudio (entradas)
- Esclusas y estructuras para la navegación

Como no se dispone de normativa boliviana para la cuantificación del caudal ecológico, el Consultor deberá proponer una metodología para el cálculo del mismo, tomando en cuenta la zona en que se encuentra el posible aprovechamiento (zonas áridas, trópico, etc.) poniéndola a consideración del Contratante para su adopción.

Los cálculos hidrológicos se realizarán con los datos más verosímiles de caudal medio anual disponibles. No obstante, en caso de información insuficiente, el Consultor podrá proponer un método alternativo para obtener caudales realistas. En caso de que la información sea abundante y si lo estima conveniente, podrá proponer la obtención del caudal mediante un análisis más detallado con los valores medios mensuales o incluso con la serie temporal mensual completa.

Teniendo en cuenta la disponibilidad de datos, el Consultor propondrá para su aprobación el método que empleará para estimar 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 fluvial de la cuenca, comenzando el cálculo por las cabeceras y continuando en el sentido de circulación del agua.

Comprobará que, tanto en las estaciones hidrométricas como en los puntos de caudal conocido se obtiene una cifra próxima al valor registrado, realizando las correcciones oportunas cuando el caudal 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 con mayor prioridad (sobre todo irrigación) así como los caudales ecológicos. 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 turbinación, el Consultor repetirá el análisis anterior considerando el cambio climático utilizando los criterios simplificados definidos por el MMAyA.

Al optimizar la solución de cada proyecto y del conjunto de los proyectos de la cuenca, el contratista puede y debe mejorar lo propuesto en los TdR. En suma, el Consultor tendrá libertad para proponer nuevas ideas o metodologías no contempladas en los TdR, sujeto a aprobación por parte de la supervisión.

Se tendrán en cuenta las sinergias de los proyectos propuestos con las centrales existentes en su entorno, así como los estudios y proyectos existentes de concesiones temporales para la zona del emplazamiento, los cuales se verificarán y comprobarán 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 la 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. Para los cálculos económicos, utilizará los costos del banco de datos que debe desarrollar para el estudio.

En el análisis 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 tomarán en cuentas las normativas nacionales.

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

Teniendo en cuenta que en ciertos casos 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 la mejora en la gestión del agua o el acceso viario, se tendrán en cuenta cuantos planeamientos nacionales regionales o locales existan o estén proyectados en relación con cualquiera de los aspectos que pudieran afectar al proyecto y mejorarlo. Asimismo, se evaluarán a nivel de gabinete las zonas donde se recomiende 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 las etapas previas del estudio así como los siguientes planeamientos:

- **Energéticos**, incluyendo las concesiones temporales, transmisión y distribución de electricidad.
- **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 MDRyT.
- **Uso del agua** para consumo humano o saneamiento, de acuerdo con los planeamientos regionales.
- **Hidráulicos**, incluyendo el desarrollo de reservorios, trasvases, derivaciones y estaciones hidrométricas, de acuerdo con los planes del MMAyA y del MHE.

- **Medioambientales, y caudales ecológicos** así como la posible afección a restos arqueológicos e históricos.
- **Transporte**, incluyendo carreteras y accesos propuestos por la DGTFL del MOPSV o 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 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:

3.2.2.1. 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 o próximos del ámbito fluvial con el objetivo de maximizar el potencial desarrollable evitando hipotecar las posibilidades energéticas de la zona con proyectos limitados o inadecuados.

El Consultor detallará los criterios empleados para determinar 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.

- **Esquemáticos.** Partiendo de la cartografía generada con el modelo digital del terreno de 30m y de la cartografía disponible, el Consultor preparará un mapa de la zona implicada en el proyecto a escala adecuada 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 viarios a las zonas de actuación y a la casa de máquinas, teniendo en cuenta el tamaño y peso de la maquinaria y equipos a trasladar.

Si el Consultor lo considera adecuado, podrá complementar a su coste la cartografía existente 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 si resultara posible. 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 empleando métodos simplificados. 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 la DGCRH del MMAyA y SENAMHI.

Los objetivos del estudio hidrológico son:

- Obtener en cada emplazamiento el caudal medio anual, así como la variabilidad del mismo en forma de frecuencias o rangos. El Consultor realizará una propuesta sobre la metodología a aplicar, los datos requeridos y los medios técnicos que empleará para llegar a este resultado.
- Preparar curvas de duración en el caso de plantas de pasada, aprovechando los datos hidrológicos de zonas hidrológicamente similares con datos. Para ello se emplearán si es posible series diarias.
- Calcular los caudales máximos que se pueden esperar y su frecuencia.
- Estimar por métodos simplificados 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 del MMAyA.
- 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 simplificadas recomendadas por el MMAyA.

Durante el desarrollo se tendrán en cuenta los datos de las posibles estaciones de aforo próximas si es que existen.

Dado el alto impacto del transporte sólido de los cauces de Bolivia, así como de su potencial de erosión o sedimentación y movilidad, 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 adecuadas para la navegación teniendo en cuenta la normativa internacional (FAO, etc.).

En caso de que el proyecto incluya la incorporación de presas de regulación y que esté prevista la realización de desarrollos para satisfacer otras demandas, se coordinará con el MMAyA la tipología 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 al Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas, a la CNDC y a la DGE del MHE así como datos para actualizar o complementar las coberturas del GIS corporativo.

- **Geológicos y Geotécnicos.** Partiendo de la información publicada sobre geología, geotecnia y riesgos derivados de ellas, informes y estudios de proyectos existentes (carreteras, puentes, riego, hidroeléctricas y otros) y sin realizar ensayos o pruebas adicionales, el Consultor realizará un estudio previo

encaminado a anticipar posibles problemas geológicos y geotécnicos, como mínimo los siguientes:

- riesgos sísmicos, teniendo en cuenta la posible adopción de medidas para mitigación del riesgo en los parámetros de diseño de estructuras y equipos.
- sismicidad inducida.
- disponibilidad de canteras.
- capacidad portante en los terrenos que soportarán estructuras.
- amenazas y vulnerabilidades.
- fallas geológicas.
- probabilidad de encontrar roca fracturada o calizas solubles.
- deslizamientos e inestabilidades del terreno.
- problemas de impermeabilidad, o resistencia del terreno asociados al establecimiento de presas de regulación.

3.2.2.2. *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 en cada emplazamiento teniendo en cuenta los costos aproximados de ejecución de la obra, la producción de energía y los aspectos financieros, ambientales, sociales y legales.

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

- Plantas de pasada
- Concatenación de plantas en cascada
- Posibilidad o necesidades de regulación
- Trasvases intercuenas
- Captación
- Túneles
- Canal de descarga
- Carreteras de acceso
- Conexión a red de transmisión
- Evacuación eléctrica y conexión a la red, especificando si la central enlazará con el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SIN) gestionado por el CNDC
- Análisis de aspectos ambientales y sociales
- 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. Además, no se incluirán en el análisis las ventajas tributarias y de depreciación, con objeto de utilizar el mismo criterio comparativo para todas las alternativas de los proyectos

Para cada proyecto se definirán y plantearán los esquemas alternativos de desarrollo en base a los estudios básicos realizados y del dominio público (Topografía, Hidrología y Geología Superficial), el establecimiento del caudal de diseño en función del régimen del río y los costos de las obras, que dependen del caudal así como los costos de conexión a líneas y al sistema interconectado.

3.2.2.3. Impactos y afecciones

La selección del emplazamiento de cada proyecto se justificará teniendo en cuenta su impacto ambiental y social con las normativas internacionales tales como las de la *World Commission on Environment and Development*.

- **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.
- **Social.** Se analizará el impacto social del proyecto teniendo en cuenta su afección a comunidades por motivos como desalojos, ocupación de terrenos, inundación, modificación de accesos o afección a la pesca. En caso negativo, se justificará la no afección.

3.2.2.4. Beneficios colaterales

El Consultor, realizará estimaciones de tipo cualitativo, de los posibles beneficios colaterales a ser generados por la implementación de los proyectos propuestos. Los aspectos a ser considerados, serán como mínimo:

- Beneficios por retención de sedimentos
- Regulación de caudales para posibles usos aguas abajo
- Control de avenidas
- Recuperación de áreas cultivables

3.2.2.5. Portafolio de proyectos

Como resultado de las optimizaciones realizadas en esta etapa se obtendrá un portafolio de al menos 100 proyectos no identificados previamente que representarán el potencial técnico de las cuencas implicadas. Al menos un 10% de los proyectos identificados superarán los 100 MW de potencia.

Cada uno de los proyectos estudiados será recogido en el portafolio junto con sus principales características. El conjunto de información formará el portafolio de proyectos de la cuenca.

Cada Proyecto del portafolio quedará representado físicamente en un impreso estándar que contendrá la siguiente información¹:

0. DATOS IDENTIFICATIVOS

- Nombre del proyecto
- Código del proyecto
- Fase
- Potencia en MW
- Fecha de formalización del Proyecto
- Mapa de situación
- Fotografía/s del emplazamiento

1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

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

2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA PRESA (a rellenar solo en aprovechamientos con almacenamiento)

- Altura (m)
- Capacidad de almacenamiento (hm³)
- Espejo de agua máximo (km²)
- Superficie de la cuenca vertiente (km²)
- Cota de cimentación (m)
- Cota del cauce (m)
- Cota de coronación (m)
- Cota del embalse máximo normal (m)
- Cota de entrega al río en central a pie de presa (m)
- Caída bruta (m)
- Caída neta (m)

3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL APROVECHAMIENTO (a rellenar solo en centrales de pasada)

- Cota topográfica de la toma (m)
- Cota de entrega al río de casa de máquinas (m)
- Superficie de la cuenca vertiente (km²)
- Caída bruta (m)
- Caída neta (m)

¹ Los datos incluidos en el proyecto serán referenciales. En caso de no disponer de alguna información, pueden tratarse de hipótesis (fórmulas sustentadas) aunque ello debe indicarse claramente.

4. CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS
 - Caudal medio (m³/s)
 - Caudal ecológico (m³/s)
 - Caudal de crecida de proyecto (m³/s)
 - Caudal sólido (m³/s)
 - Precipitación en la cuenca vertiente (mm/año)

5. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO
 - Estructura geológica
 - Litología
 - Información geofísica
 - Tipo de suelos
 - Cobertura vegetal

6. RIESGOS
 - Sísmicos
 - Inundación
 - Deslizamiento
 - Otros

7. CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS
 - Potencia instalada (MW)
 - Potencia garantizada (MW)
 - Tiempo anual de operación (h)
 - Factor de planta (/)
 - Producción media de energía (MWh)
 - Caudal de proyecto (m³/s)

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

9. CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES Y SOCIALES
 - Unidad de conservación
 - Tierras indígenas
 - Afecciones sociales
 - Indicadores ambientales
 - Indicadores sociales
 - Calidad de agua
 - Transporte de sedimentos

10. 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)

11. CLASIFICACIÓN

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

El contenido del impreso del Proyecto será revisado por el Consultor, quien podrá añadir cuanta información sea relevante y proponer la versión final al MHE para su aprobación y establecimiento como impreso tipo.

Las características de cada proyecto y la documentación gráfica y documental de sustento se podrán consultar a través de códigos o elementos geográficos, según se describe más adelante.

3.2.3. Elaboración de un detalle con una descripción general de los proyectos identificados

El Consultor organizará y preparará la información relativa a los proyectos identificados en el portafolio para facilitar la visualización de sus características y en el futuro su inclusión en un visor de proyectos hidroeléctricos, coordinando previamente con CAF y el CNDC los formatos, estructura de las bases de datos o de los ficheros formato *shape*.

Deberá ser posible acceder al menos a la información siguiente:

- Ubicación geográfica del proyecto, a través de un Sistema de Información Geográfica, superpuesta a imágenes satelitales, como por ejemplo 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 4.2.2.4.
- Documentos de sustento.

- Esquema conceptual de flujo actualizado para las cuencas con proyectos, precisando la ubicación de los incluidos en el portafolio y otros datos relevantes (estaciones hidrológicas recomendadas, embalses proyectados, etc.).

3.3. Tercera Etapa

3.3.1. Elaboración de Fichas Técnicas para los mejores aprovechamientos

El Consultor realizará análisis adicionales como mínimo para los al menos DIEZ (10) proyectos hidroeléctricos más prometedores mayores a 100 MW del portafolio generado, pudiendo en su oferta ampliar este número. Para cada uno de estos, el Consultor deberá elaborar una Ficha Técnica que deberá contener como mínimo lo siguiente:

- Presentar información técnica para las áreas de:
 - Hidrología;
 - Niveles máximos de inundación;
 - Geología;
 - Geotecnia;
 - Accesos;
 - Población y posibles afecciones;
 - Aspectos medioambientales;
- Consideraciones sobre los estudios de ingeniería básica de los al menos DIEZ (10) mejores proyectos hidroeléctricos

Las consideraciones sobre los estudios de ingeniería básica a realizar en cada emplazamiento de proyecto hidroeléctrico y que se detallan a continuación, se desarrollarán a nivel de ficha técnica. Se entiende por nivel de ficha técnica la definición del proyecto realizable que explota el recurso de forma óptima y el predimensionamiento de los elementos que lo componen. No se contempla la realización de estudios de campo, de detalle o ensayos adicionales, ya que esto corresponde a las fases posteriores habituales en el desarrollo de cualquier proyecto hidroeléctrico. El estudio pretende concluir con un portafolio de proyectos posibles de los cuales al menos diez se estudian individualmente con mayor grado de detalle para adelantar sus principales características.

Las Fichas Técnicas se prepararán en gabinete (se excluyen expresamente las visitas de campo) partiendo de la máxima y mejor información que se pueda acopiar. En caso de que la información resultara insuficiente en algún apartado, el Consultor detallará los motivos por los que no pudo completar el relleno del apartado y realizará una

recomendación de las acciones a tomar para que en el futuro se pueda actualizar al disponer de nueva información.

3.3.1.1. Predimensionamiento

El Consultor realizará un estudio incluyendo predimensionamiento para cada proyecto óptimo seleccionado en el que quedarán definidos los elementos que lo componen en lo referente a diseño, dimensiones 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 tendrá en cuenta los criterios de la WCD (*World Commission on Dams*)

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
 - equipo de limpieza de rejas
 - 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
 - Puente Grúa

- **Obras Eléctricas**
 - Subestaciones y transformadores de salida
 - Líneas de Transmisión
 - Interconexión a la Red
 - Sistema de Control y ComunicacionesEl Consultor estudiará y propondrá la forma de evacuar la energía producida a la red plasmándola en un esquema

3.3.1.2. 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.
- Costos de piezas de repuesto
- Costos de labores de operación y mantenimiento en 10 años
- Costos de reparaciones mayores

Los costos de cada proyecto alternativo se evaluarán utilizando bases de datos previamente establecidas por el Consultor, conteniendo 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

3.3.1.3. Evaluación ambiental y social

Para obtener y ordenar los proyectos prioritarios, se emplearán criterios de ordenamiento que utilizan una matriz de comparación previamente identificada que junto a los aspectos técnicos y económicos incluirá también los ambientales y sociales.

3.3.1.4. Evaluación económica

El Consultor estimará la producción hidroeléctrica y las ventas de energía mensuales, estacionales y anuales del proyecto. Para evaluar las soluciones, se tendrán especialmente en cuenta criterios de factor de planta, costo unitario de la energía generada y costo unitario por MW instalado.

Las ventas de energía 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
- Ratio de Cobertura de Servicio de la Deuda (RCSD)

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 digital (Excel).

Visor de proyectos hidroeléctricos

El Consultor organizará y preparará la información relativa a los proyectos identificados para facilitar la visualización de sus características y en el futuro su inclusión en un visor de proyectos hidroeléctricos, coordinando previamente con CAF y el Ministerio de Hidrocarburos y Energía los formatos, estructura de las bases de datos o de los ficheros formato *shape*.

Deberá ser posible acceder al menos a la información siguiente:

- Ubicación geográfica del proyecto, a través de un Sistema de Información Geográfica, superpuesta a imágenes satelitales, por ejemplo 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);
- Documentos de sustento;
- Esquema conceptual de flujo actualizado para las cuencas con proyectos, precisando la ubicación de los incluidos en el portafolio y otros datos relevantes (estaciones hidrológicas recomendadas, embalses proyectados, etc.)

3.3.2. Recomendaciones

El Consultor preparará recomendaciones con vistas al desarrollo de las fases posteriores de los proyectos seleccionados.