



ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA

## **EMPRESA NACIONAL DE ELECTRICIDAD**

### **TÉRMINOS DE REFERENCIA**

**“ESTUDIO DE DISEÑO TÉCNICO DE PREINVERSIÓN (EDTP) – PROYECTO  
HIDROELÉCTRICO EL BALA”**

**Código ENDE N° CDSPP-ENDE-2016-045**

Cochabamba, julio de 2016

**ESTUDIO DE DISEÑO TÉCNICO DE PREINVERSIÓN (EDTP) -  
PROYECTO HIDROELÉCTRICO EL BALA**

**TÉRMINOS DE REFERENCIA**

**ÍNDICE**

1	INTRODUCCIÓN .....	8
2	ANTECEDENTES .....	10
2.1	Estudios anteriores al 2015 .....	10
2.2	Estudio de Identificación (EI) 2015-2016 .....	12
3	DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA ESTABLECIDA EN EL ESTUDIO DESARROLLADO POR GEODATA .....	14
3.1	Estudio Básicos.....	14
	TOPOGRAFÍA, CARTOGRAFÍA Y SIG .....	14
	HIDROLOGÍA, CLIMATOLOGÍA, SEDIMENTOLOGÍA Y CALIDAD DE AGUA .....	16
3.2	Componente de Aprovechamiento Chepete .....	19
3.3	Componente de Aprovechamiento Bala .....	24
4	OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE DISEÑO TÉCNICO DE PREINVERSIÓN .....	28
4.1	Objetivo general de la consultoría .....	28
4.2	Objetivos específicos .....	28
5	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	29
5.1	Ubicación .....	29
5.2	Rutas de acceso .....	31
6	ALCANCE DEL TRABAJO .....	32
6.1	Análisis y Evaluación de Tipología de Presa .....	32
6.2	Estudios Complementarios para la Obtención de la Información Básica.....	33

Topografía .....	33
Batimetrías .....	33
Aforos.....	34
Modelación.....	34
Modelación numérica hidráulica.....	34
Modelación física .....	35
Sedimentología.....	36
Sismicidad .....	36
Investigaciones geotécnicas .....	37
Objetivos .....	37
Términos generales .....	37
Pruebas geotécnicas complementarias .....	38
Estación de monitoreo de vibraciones.....	47
Levantamiento geomecánico.....	47
Ensayos esclerométricos con Martillo de Schmidt .....	49
<b>6.3 Ingeniería del proyecto .....</b>	<b>49</b>
<b>6.4 Componente de Aprovechamiento Chepete .....</b>	<b>49</b>
Aspectos básicos de diseño .....	50
Unidades y sistema de medición .....	50
Normas .....	51
Presa .....	52
Túneles .....	55
Casa de máquinas y descarga .....	55
Estructuras adicionales .....	58
<b>6.5 Componente Bala .....</b>	<b>60</b>
Aspectos básicos de diseño .....	61
Unidades y sistema de medición .....	61
Normas .....	62
Cierre .....	63
Casa de máquinas y descarga .....	64
Estructuras adicionales .....	64

6.6 Diseño de obras complementarias .....	65
Caminos de acceso .....	66
Diseño de logística para transporte .....	66
6.7 Estudios socioeconómicos y financieros .....	66
Evaluación socioeconómica del proyecto que permita determinar la conveniencia de su ejecución.....	66
Costos económicos.....	67
Beneficios económicos.....	67
Análisis costo beneficio .....	68
Evaluación financiera privada del proyecto que permita determinar su sostenibilidad operativa .....	68
La rentabilidad del proyecto.....	69
Análisis de sensibilidad de las variables que inciden directamente en la rentabilidad del proyecto.....	70
Análisis de riesgo .....	70
6.8 Estudios ambientales .....	71
Áreas Protegidas.....	71
6.9 Estudios Ambientales Específicos.....	72
6.10Estudios de Ecosistemas Acuáticos .....	73
6.11Determinación de un caudal ecológico que garantice la conectividad e intercambio entre el canal principal del río beni y sus lagunas de várzea. ....	73
6.12Definición de un Régimen de Manejo de Caudales Durante el Llenado de los Embalses según cada componente del Proyecto.....	73
6.13modelación de la calidad de agua en el embalse y agua abajo de la central hidroeléctrica de cada componente del proyecto .....	75
Análisis de modelos de simulación disponibles en el mercado .....	75
Monitoreos de calidad de agua y otros complementarios .....	76
Construcción base datos y alimentación del modelo .....	77
Corridas preliminares y análisis de sensibilidad .....	77
Generación de escenarios .....	77
Análisis de resultados y recomendaciones de manejo .....	77
Plan de Manejo.....	77

- Plan de Manejo, Desmonte y Remoción de la Vegetación y Material Orgánico en los Embalses.....	77
6.14 Estudio de Emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI).....	79
6.15 Estudios Macroinvertebrados bentónicos, perifiton y Plancton .....	79
6.16 Estudios de Biodiversidad en el Área de Influencia en Áreas Protegidas.....	79
Descripción de la biodiversidad y hábitats de las áreas protegidas.....	80
Evaluación de la capacidad de gestión de las áreas protegidas.....	81
Descripción de los posibles impactos previstos.....	81
Planes de acción para mitigar, prevenir y/o compensar los impactos negativos y la manera de preservar la biodiversidad.....	82
6.17 Estudios de flora en el área de influencia de cada componente del proyecto .....	82
6.18 estudios de fauna terrestre en el área de influencia de cada componente del proyecto.....	84
6.19 Peces y pesquerías .....	84
Identificación molecular (barcoding) de larvas y adultos para determinar especies y zonas de reproducción afectadas por cada componente del proyecto .....	85
Predicción de zonas de nacimiento para especies comerciales más importantes considerando la relación Sr/Ca en las aguas de los diferentes tributarios y otolitos de las especies .....	86
Pesca y pesquerías.....	87
6.20 Evaluación y Diseño del sistema de traspaso de Peces u otro sistema equivalente .....	88
6.21 Planes o programas de manejo y monitoreo.....	88
6.22 Estudios sobre turismo.....	89
6.23 Estudios arqueológicos y paleontológicos.....	90
6.24 Estudios socioeconómicos.....	90
6.25 Estudios para la obtención de las Licencias Ambientales para el componente 1: Chepete y componente 2: Bala del Proyecto Hidroeléctrico El Bala .....	91
6.26 Investigaciones geológicas geotécnicas.....	92
6.27 Vías de acceso .....	92
6.28 Otros Estudios.....	93
6.29 Elaboración de los Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental (EEIA) .....	93
6.30 Resumen Ejecutivo .....	94
6.31 Introducción.....	95
6.32 Descripción del Proyecto.....	96

6.33	Diagnóstico del Estado Inicial del Ambiente Existente - Línea Base Ambiental y Socio-económico.....	99
6.34	Consulta Pública y Divulgación .....	109
6.35	Identificación y Evaluación de Impactos Socio-Ambientales.....	111
6.36	Programa de Prevención y Mitigación .....	114
6.37	Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental.....	120
6.38	Análisis de Riesgos y Plan de Contingencias.....	121
6.39	Programa de Abandono, Cierre de Operaciones y Restauración.....	122
6.40	Ánalisis Costo / Beneficio .....	123
6.41	Marco Legal e Institucional del Proyecto.....	123
6.42	Bibliografía .....	123
6.43	Vacíos de Información.....	123
6.44	Otros Documentos .....	123
6.45	Documento de Divulgación .....	124
6.46	Documentos de licitación para la construcción, provisión, montaje y puesta en operación.....	124
	Obras Civiles .....	125
	Equipamiento .....	126
6.47	Organización para la implementación del proyecto .....	126
	Cronograma de ejecución del proyecto .....	127
6.48	Análisis de costos de construcción y equipamiento y elaboración del presupuesto.....	128
7	REQUERIMIENTOS MÍNIMOS .....	132
7.1	Personal técnico mínimo requerido .....	132
7.1	Experiencia específica de la empresa .....	133
8	PLAZO DEL SERVICIO .....	135
9	PRESENTACION DE INFORMES Y/O PRODUCTOS .....	136
9.1	Informes Mensuales.....	136
9.2	Informes Especiales .....	136
9.3	Productos correspondientes al Estudio de Diseño Técnico de Preinversión (EDTP) .....	137
9.4	Forma de presentación de los productos, informes de consultoría.....	139
9.5	Forma de pago .....	140
9.1	Anticipo .....	141

9.2 Procedimiento de aprobación de productos (informes).....	141
9.3 Garantías.....	141
9.4 Organigrama del consultor .....	142
9.5 Supervisión y fiscalización.....	142
9.6 Cronograma de entrega de productos del consultor .....	142
9.7 Oficina del consultor .....	142
9.8 Subcontratos .....	143
9.9 Capacitación y transferencia de conocimiento .....	143
9.10 Responsabilidad profesional del consultor .....	143
9.11 Propiedad intelectual .....	144
9.12 Confidencialidad.....	144

## **1 INTRODUCCIÓN**

La Empresa Nacional de Electricidad (ENDE) para efectos del presente documento “Cliente”, en el marco del cambio de la matriz energética del país, el abastecimiento de energía eléctrica al Sistema Nacional Interconectado (SIN) y los programas de exportación de energía eléctrica a los países vecinos, está desarrollando varios proyectos hidroeléctricos, que se encuentran en diferentes fases de implementación y de estudio.

En el Plan Estratégico del Estado Plurinacional de Bolivia – 2025, editado el año 2014 por el Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas, dependiente del Ministerio de Hidrocarburos y Energía, se considera la construcción de nueve proyectos hidroeléctricos, con una potencia instalada total de 1.599 MW, además de proyectos de alta generación, como son, el Complejo del Río Grande, Cachuela Esperanza y El Bala, con una potencia instalada de 5.552 MW, para atención del Sistema Nacional Interconectado y para la exportación a los países vecinos.

En este contexto y de acuerdo al citado Plan, ENDE ha previsto la ejecución del proyecto hidroeléctrico El Bala, conformado por los proyectos en cascada Chepete y El Bala 220, ubicados, el primero, en las localidades de Sapecho, perteneciente al municipio de Palos Blancos y el segundo proyecto, en Rurrenabaque - San Buenaventura, en los departamentos de La Paz y Beni.

El área de influencia directa del proyecto hidroeléctrico El Bala, la cual comprende desde el puente Sapecho hasta Rurrenabaque-San Buenaventura, está ubicada en sectores del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi y de la Reserva de Biosfera y Tierra Comunitaria de Origen Pilón Lajas.

El Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi, forma parte del biocorredor Amboró – Madidi razón por la cual tiene un alto valor biológico – ecológico que se extiende entre Perú y Bolivia y es de alta relevancia de la biodiversidad de los Andes Tropicales. Este parque protege la región de mayor riqueza biológica de Bolivia, alcanzando así una relevancia no solo continental sino mundial. En este sentido se constituye uno de los reservorios naturales más importantes de recursos genéticos del planeta.

La Reserva de Biosfera y Tierra Comunitaria de Origen Pilón Lajas también forma parte del extenso corredor biológico entre Perú y Bolivia, está reconocida por la UNESCO como un Área de importancia internacional, por su riqueza natural y cultural existente en su interior en un buen estado de conservación debido a los relevantes valores de biodiversidad existentes, estas características le conceden al Área un reservorio natural de una enorme diversidad de recursos genéticos. Esta diversidad promueve la integración de actividades económicas locales, traduciéndose en un interesante potencial para desarrollar programas ó modelos de manejo de vida silvestre con aplicabilidad regional.

La Reserva presenta grandes valores paisajísticos, posee la presencia de ruinas arqueológicas y pictográficas, se caracteriza por ser un territorio tradicional de varias culturas indígenas de las etnias Chiman, Mosetén, Tacana y en menor medida Esse Eja.

## **2 ANTECEDENTES**

El Proyecto Hidroeléctrico “El Bala” se constituye en uno de los proyectos con mayor historia desde el punto de vista de la generación de energía eléctrica en Bolivia. Sin embargo, el mismo no fue concebido únicamente con este propósito, si no que tenía un carácter de proyecto múltiple. El proyecto incluía la integración vial, a través de la navegación en el futuro embalse, el control de inundaciones, recuperación de tierras de cultivo, para nombrar algunos. En la bibliografía, se pueden encontrar referencias sobre el proyecto a partir de la década de 1950. Desde esa época, se han registrado diferentes iniciativas para el estudio del proyecto.

El Proyecto Hidroeléctrico El Bala, originalmente concebido, se halla localizado sobre el río Beni, en el tramo conocido como el estrecho o Angosto de El Bala que se encuentra sobre el río Beni, a 16 Km aguas arriba de las poblaciones de San Buenaventura y Rurrenabaque, pertenecientes a las provincias Abel Iturralde (La Paz) y Gral. Ballivián (Beni) respectivamente. Sus Centrales Hidroeléctricas, aprovecharán grandes caudales de agua del Río Beni, que en el sitio de ubicación son de pendientes moderadas. Una vez construidas serían una de las fuentes de energía más grandes del país.

Después de la cuenca del Río Mamoré, la cuenca del Río Beni es el más importante sistema hidrográfico, nace en los Andes e influencia 122.380 Km<sup>2</sup> (aprox. 14% del territorio Nacional). El Río Beni drena 48.710 km<sup>2</sup> de llanura y 73.670 km<sup>2</sup> de los andes. Las características de la cordillera son de pendientes fuertes y valles relativamente angostos. En el estrecho del Bala se tiene una elevación aproximada de 200 m.s.n.m., y a partir de Rurrenabaque entra en una planicie amazónica, la cual es inundable principalmente en la margen derecha del Río Beni. Estas características, hacen que el Angosto del Bala tenga condiciones muy favorables para un aprovechamiento hidroeléctrico, aprovechando no solo sus características físicas, sino también los grandes caudales del Río Beni.

### **2.1 ESTUDIOS ANTERIORES AL 2015**

Los primeros estudios del proyecto hidroeléctrico “El Bala” se realizaron en el siglo pasado, en los años 50. Desde aquella época, se han registrado iniciativas para el estudio de un aprovechamiento hidroeléctrico en el angosto El Bala.

A continuación, se presentan los antecedentes del proyecto:

- 1955: El hidrólogo José Gonzales A. realiza las exploraciones preliminares para la formulación de un eventual proyecto en el río Beni.
- 1957: El Gobierno de Bolivia encomienda a la Comisión Nacional de Coordinación y Planeamiento la preparación de la “Descripción del Proyecto” para la regulación, navegabilidad y aprovechamiento hidroeléctrico del río Beni. Informe de fecha 08/09/1958.

- 1958: El Gobierno encomienda al Prof. Dr. Ing. H. Press, la ejecución de un anteproyecto de una central hidroeléctrica de embalse en el sitio de El Bala. Informe de fecha 02/04/1958.
- 1960: El Instituto Geográfico Militar realiza el levantamiento aerofotogramétrico de la zona. Posteriormente fueron realizados trabajos geológicos por Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos (Y.P.F.B.), y algunas Universidades. A su vez la Fuerza Naval Boliviana presentó un estudio hidrográfico del río Beni desde Rurrenabaque hasta su confluencia con el río Mamoré.
- 1967: La Empresa Nacional de Electricidad (ENDE) instala estaciones de aforo pluviométricas y climatológicas en la cuenca del Alto Beni y el angosto El Bala.
- 1968: ENDE encomienda a las Consultoras Prudencio Claros y Asoc. y Motor Columbus, la elaboración de recomendaciones para los estudios del Proyecto El Bala y el reconocimiento geológico de la zona.
- 1972: El grupo GERSAR-SANIDRO presenta al Ministerio de Defensa Nacional, una propuesta técnica-económica, para la elaboración de los estudios de factibilidad del “Proyecto de la Angostura del Bala”.
- 1974: Por iniciativa de COFADENA, se solicita a la Corporación Andina de Fomento y ENDE, la participación de un experto y personal técnico, para colaborar en la preparación de los términos de referencia de los estudios del río Beni.
- 1974-1978: ENDE realiza estudios de aereofotogrametría, cartografía, hidrología e identificación de proyectos hidroeléctricos en la cuenca del Alto Beni, en el marco de la evaluación de recursos hidroenergéticos de Bolivia y el Plan Nacional de Electrificación.
- 1982-1983: ENDE realizó estudios de aprovechamiento del potencial hidroenergético del río Beni en Cachuela Esperanza.
- 2008: La Empresa Nacional de Electricidad incorpora el “PROYECTO EL BALA”, para su estudio como potencial para la generación de energía eléctrica, a través de la implementación de una o varias centrales hidroeléctricas sobre el río Beni en el tramo de Rurrenabaque a Puerto Pando.
- 2008-2010: ENDE reactiva la estación de aforo y limnimétrica en el sitio conocido como el Angosto del Bala, e instala cinco nuevas estaciones; además se realizan levantamientos batimétricos.
- 2011–2012: ENDE realiza estudios de topografía desde Sapecho hasta Rurrenabaque y geología, geotecnia, campañas de monitoreo de caudales líquidos, sólidos y calidad de agua, en los angostos Beu, Chepete, El Bala y Susi.

- 2013–2014: ENDE continua con el monitoreo en el tramo de estudio con la medición de caudales líquidos, sólidos y calidad de agua, consolidándose así el primer estudio hidrológico del angosto de El Bala.

Dentro de los antecedentes del proyecto se destacan los siguientes informes:

- Informe Técnico Explicativo sobre el Aprovechamiento El Bala, Press, H.
- Estudios Proyecto Bala, ENDE S.A., La Paz, Diciembre 1969
- Opiniones de la Empresa sobre un posible Estudio de Prefactibilidad del Proyecto Bala y Desarrollo Integral del Beni Central, ENDE S.A., La Paz, julio 1973.
- Propuesta para el Estudio de Prefactibilidad del Desarrollo Regional del Río Beni (Angostura El Bala), Asociación Consultores GERSAR-SOFRELEC-SANIDRO, La Paz, abril 1973.
- Hidrología de la Cuenca del río Alto Beni, Maldonado, G. Ortega, G., Pereira, M.

## **2.2 ESTUDIO DE IDENTIFICACIÓN (EI) 2015-2016**

El Estudio de Identificación Proyecto Hidroeléctrico El Bala, tuvo como finalidad desarrollar y analizar alternativas de posibles aprovechamientos hídricos del río Beni, desarrollándolo como un complejo de mitigación del cambio climático en correspondencia amigable con el medio ambiente, con el fin de lograr el aprovechamiento de un importante recurso hidroeléctrico, que le permitirá a Bolivia independencia energética e ingresos por la venta de energía eléctrica, por otra parte, lograr el control de inundaciones que permitirá la protección de los centros poblados de Rurrenabaque -San Buenaventura, la recuperación de tierras ganaderas y agrícolas, la navegación permanente del río Beni y el desarrollo turístico y económico de la región.

El Estudio de Identificación comprendió la complementación y verificación de los estudios Hidrológicos existentes, con seis (6) campañas de aforos, líquidos, sólidos en suspensión y calidad de agua, del río Beni. Estudios Geológicos e investigaciones geológicas mediante sondajes a diamantina (800 m), líneas de refracción sísmica (24), calicatas (11) y ensayos geomecánicos en roca (54), en los sitios de los angostos Beu, Chepete, El Bala y Susi.

Se realizaron Estudios de Identificación Ambiental y Social del área de influencia del proyecto, desde el Alto Beni hasta el sector de Rurrenabaque. Se analizaron las afectaciones ambientales y sociales que pueden ocasionar la implantación de las diferentes alternativas de embalses.

El área de influencia directa del proyecto hidroeléctrico El Bala, la cual comprende desde el puente Sapecho hasta Rurrenabaque, está ubicada en sectores del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi y de la Reserva de Biosfera y Tierra Comunitaria de Origen Pilón Lajas.

Se realizaron modelaciones del potencial hidroeléctrico de cada angosto y combinaciones de proyectos en cascada, teniendo como parámetro comparativo el Proyecto desarrollado por el Dr. Ing. Heinrich Press, del año 1958, correspondiente al proyecto El Bala con una altura de presa en la elevación 400 m.s.n.m. En la actualidad, este desarrollo de aprovechamiento hidráulico, no sería viable desde el punto de vista ambiental ni social, por la extensa área de inundación que causaría sobre el Parque Nacional y Área natural integrada Madidi y la Reserva de la Biosfera y Territorio Indígena Pilón Lajas, donde hay zonas de alta biodiversidad ambiental, causando desplazamientos sociales y pérdidas culturales, que representan las áreas naturales protegidas.

Con base en el Análisis Multicriterios, se llegó a la selección de la Alternativa Seleccionada. En este análisis se consideraron tres (3) niveles de ponderación. En el Primer Nivel se analizaron cuatro (4) enfoques principales: Ambiental, Social, Técnico y Económico. En el Segundo Nivel se contemplaron doce (12) factores de ponderación. En el Tercer Nivel se analizaron cuarenta y dos (42) criterios de ponderación. En consideración a que, en el área de estudio de los proyectos, se encuentra el Parque Natural Madidi y La Reserva Natural Pilón Lajas, el peso de ponderación fue: Ambiental (30%), Social (30%), Técnico (20%) y Económico (20%).

El resultado del Análisis Multicriterios indicó que la mejor solución desde el punto de vista Ambiental, Social, Técnico y Económico fue la solución en cascada de los aprovechamientos Chepete y Bala.

Junto con la Orden de Proceder del Estudio de Diseño Técnico de Preinversión del Proyecto Hidroeléctrico El Bala, se entregará al Consultor-Contratista, toda la documentación correspondiente al Estudio de Identificación del mismo.

### **3 DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA ESTABLECIDA EN EL ESTUDIO DESARROLLADO POR GEODATA**

El proyecto hidroeléctrico El Bala, definido en el estudio realizado a nivel de Identificación (EI), por la empresa GEODATA, corresponde a un aprovechamiento en cascada, Chepete (Componente 1) con un potencial hidroenergético de 3251,12 MW y Bala 220 (Componente 2) con un potencial hidroenergético de 425,18 MW, para un total de 3676,30 MW.

Los caudales medios naturales del río Beni en Chepete son de 1.604,68 m<sup>3</sup>/s y de 1.294,34 m<sup>3</sup>/s el caudal regulado por el embalse, el cual es el mismo de diseño de la central. Un caudal similar es el considerado para aprovechar los caudales de rebose del embalse. Los caudales medios naturales del río Beni en el sitio de aprovechamiento Bala 220, son de 2.117,06 m<sup>3</sup>/s y de 2.400 m<sup>3</sup>/s el caudal de diseño de la central.

A continuación, se describe las características de cada uno de los aprovechamientos, que el Consultor debe tener en cuenta, como punto de partida en el desarrollo de la Ingeniería de proyecto definitiva.

#### **3.1 ESTUDIO BÁSICOS**

##### ***TOPOGRAFÍA, CARTOGRAFÍA Y SIG***

El área de influencia directa del Proyecto Hidroeléctricos El Bala en el río Beni, está comprendida entre las poblaciones Rurrenabaque - San Buenaventura y la localidad de Sapecho perteneciente al municipio de Palos Blancos, en los departamentos del Beni y La Paz. En la sección de descripción del área de estudio se presenta la localización general del río Beni, con los angostos Susi, El Bala, Chepete y Beu, desde Rurrenabaque al Norte y Sapecho al Sur.

El nivel normal del agua en el río Beni entre el sector del puente Sapecho y el angosto Susi en Rurrenabaque tiene un desnivel aproximado de 210 m, con una longitud del río en este sector de 200 km, y pendiente promedio entre 0,13% y 0,05%.

La topografía LIDAR (2010-211) para el Estudio de Identificación fue suministrada, por ENDE, se revisó y confrontó con la información disponible del Instituto Geográfico Militar-IGM y las imágenes satelitales disponibles de ASTER y SRTM. Se realizó la comparación, corrección y verificación de las bases topográficas, con el fin de lograr la mayor precisión para el estudio.

En el área del Chepete se cuenta con topografía LIDAR (con resolución espacial de 1m), la cual fue unificada con las batimetrías determinadas el año 2010.

En el caso de zonas más amplias donde no se cuenta con LIDAR, se vio la conveniencia de utilizar ASTER o SRTM (ambas con resolución espacial de 30 m). Se realizaron pruebas

las cuales dieron como resultado que el SRTM se ajusta más a la topografía LIDAR, por lo cual se restaron 25 m para empalmar la altura del SRTM con la de LIDAR. Así mismo los vacíos de información de la cartografía SRTM se completaron con datos de curvas de nivel de IGM. La información cartográfica en escala regional SRTM V3 se ajustó por efectos de la vegetación, con la cual se realizaron los mapas temáticos y las curvas de área-volumen, para los embalses de los componentes Chepete y El Bala 220.

Se realizó la verificación de puntos de control topográfico de las batimetrías (40 secciones) del año 2015 con los puntos IGM de Rurrenabaque (PC-F08-1) y el puente Sapecho (BDR-124), con el fin de lograr la exactitud topográfica adecuada para el Estudio de Identificación.

Se cuenta con datos batimétricos transversales y longitudinales a través del río, datos que fueron unificados a la topografía LIDAR.

Al unificarse las tres topografías (LIDAR, SRTM e IGM) con las batimetrías, se cuenta con una base topográfica que fue suficiente para la elaboración del Estudio de Identificación del proyecto hidroeléctrico El Bala.

El área de influencia directa del proyecto, comprende desde las poblaciones de Rurrenabaque, en el departamento del Beni y San Buenaventura en el departamento de La Paz y la localidad de Sapecho perteneciente al municipio de Palos Blancos en el departamento del Beni.

La información altimétrica para la elaboración de los mapas temáticos se realizó con base en la cartografía SRTM, la cual cubre las áreas del proyecto desde Sapecho hasta Riberalta.

En la tabla siguiente se indica la diferencia de altura, distancia y pendiente entre Puente Sapecho y Angosto Susi.

Sitio	Coordenadas eje angosto		Nivel agua Oct/2015 (msnm)	Diferencia altura (m)	Distancia (Km)	Pendiente (%)
	Norte	Este				
Puente Sapecho *	678.840,69	8.277.789,98	400,00			
				148,00	117,21	0,13%
Beu	641.054,16	8.343.853,19	252,00			
				10,00	9,50	0,11%
Chepete	641.531,47	8.352.263,60	242,00			
				44,00	59,74	0,07%
El Bala	661.743,24	8.391.281,25	198,00			
				7,00	15,07	0,05%
Susi	658.295,62	8.401.468,55	191,00			
			Total	209,00	201,52	

\* El Puente Sapecho es la cola embalse a la cota 400 msnm

Entre los documentos disponibles para el Consultor, se tiene el archivo GEODATABASE Topográfico y GEODATABASE General. En el primero se encuentran todos los archivos

de Topografía y en el segundo la información correspondiente a Geología y Medio Ambiente. Esta información se puede consultar con el software ArcGIS.

El Consultor, deberá ampliar la franja topográfica LIDAR para el Componente El Bala 220.

En cuanto al relieve del cauce del río Beni, en los sectores de las obras de los Componentes Chepete y El Bala 220, deducido de las batimetrías realizadas en los años 2010 y 2015, es impreciso porque las secciones batimétricas realizadas están distanciadas a más de 2 km.

El Consultor deberá levantar secciones batimétricas cada 50 m, que permitan conocer el relieve del río con mayor detalle en los sitios Chepete y Bala 220.

El Consultor, deberá tomar topografía LIDAR de detalle en los corredores de las vías de acceso para Chepete (145 km) y en El Bala 220 (25 Km).

#### ***HIDROLOGÍA, CLIMATOLOGÍA, SEDIMENTOLOGÍA Y CALIDAD DE AGUA***

El análisis y validación de la información hidrológica, sedimentológica y de calidad del agua, se ejecutaron en el marco del Estudio de Identificación del Proyecto Hidroeléctrico El Bala.

Se recopiló, analizó y validó la información hidrometeorológica, sedimentológica y de calidad del agua, la cual ha sido generada principalmente por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología de Bolivia (SENAMHI) y por la correspondiente unidad técnica de ENDE.

Desde el punto de vista climatológico, la distribución espacial de las lluvias anuales en función del mapa de isoyetas muestra valores bajos en los tramos de cabecera de las cuencas andinas (con 500 mm o menos); y, el incremento de la lluvia anual en dirección aguas abajo del río Beni, hasta alcanzar los 1680 mm en la cuenca baja, en tanto que en la estación Rurrenabaque Aeropuerto, la precipitación anual media alcanza 2112 mm, y en el año húmedo a los 3000 mm.

La distribución mensual de las lluvias refleja en la estacionalidad, un comportamiento homogéneo en todas las estaciones, con un período lluvioso entre noviembre y marzo y un marcado período seco entre mayo y septiembre. El comportamiento de las precipitaciones en Rurrenabaque difiere un poco, puesto que refleja lluvias importantes incluso en los meses de abril, mayo y junio.

La temperatura media anual varía entre 10.7 °C (en las cabeceras) y 26.5 °C en el tramo bajo de la cuenca del río Beni, con un gradiente en dirección suroeste – noroeste. En tanto que las temperaturas medias mensuales observan un comportamiento quasi constante en el año, con pequeñas variaciones (máximos entre noviembre y febrero; y mínimos entre mayo y agosto).

Se presenta la tendencia interanual de incremento de la temperatura media anual con el tiempo, de donde se destaca que en el período 1960 – 2015, la temperatura media anual se ha incrementado en aproximadamente 0.4 °C.

Desde el punto de vista hidrológico, se revisaron y ajustaron las curvas de calibración en las secciones río Beni – Rurrenabaque (San Buenaventura), río Beni en Angosto del Bala, río Kaka – Nube y río Coroico en Santa Rita de Buenos Aires, en función de los aforos líquidos disponibles.

Se generó la serie de caudales medios diarios para la estación río Beni - Rurrenabaque en función del período 2 de marzo de 1995 y 10 de mayo de 2015 (20 años), con lo cual se conformó la serie de caudales medios mensuales para esta sección. Para la determinación de los caudales se utilizó la serie de niveles diarios de SENAMHI.

Los caudales medios y máximos con período de retorno de los sitios de aprovechamiento son los siguientes

Caudales ( $m^3/s$ )	Medios	Tr (Xi) (años)				
		10	25	50	1000	10000
<b>Chepete</b>	1605	15575	18825	21237	31540	39435
<b>El Bala 220</b>	2117	19873	24020	27098	40244	50318

**La información sedimentológica** disponible consiste en:

- Aforos líquidos y sólidos obtenidos por ENDE y GEODATA, principalmente en el período 2012 – 2016, para las secciones río Beni en Angosto del Chepete (18 aforos); río Beni en Angosto del Bala (18 aforos); río Kaká (13 aforos sólidos y líquidos); río Alto Beni (13 aforos); angosto del Beu (6 aforos sólidos); y, Angosto del Susi (6 aforos).
- Registros históricos de concentraciones de sedimentos para la sección río Beni en Rurrenabaque, que se incluye en la base de datos adjunta al informe de (SENAMHI, 2015), y que consiste en 1561 aforos líquidos y sólidos, del período 2 de enero de 1969 – 18 de octubre de 2012.

La evaluación del transporte de sedimentos en suspensión se realizó en función de los siguientes procedimientos:

- Mediante mediciones directas de ENDE y GEODATA (2012 – 2016) y la curva de duración general mensual;
- Mediante información histórica de concentraciones (1969 – 2012) y la curva de duración mensual;

- mediante la relación  $Q_s = f(Q)$  generada con todos los registros disponibles 1969-2016 de SENAMHI, ENDE y GEODATA y las series de caudales diarios y mensuales 1965-2015.

Al final se adopta la carga de sedimentos anual en suspensión para la sección río Beni en Angosto del Bala en 150 millones de toneladas, correspondiendo el 66.8 % a la cuenca hasta el angosto del Chepete. La estimación de la carga total se muestra a continuación.

Río	Cuenca (km <sup>2</sup> )	Carga/suspensión (ton/año*10 <sup>6</sup> )	Carga/fondo (10% suspensión) (ton/año*10 <sup>6</sup> )	Carga total (ton/año*10 <sup>6</sup> )
Río Beni - Angosto del Chepete	54948	100.3	10.0	110.3
Río Beni - Angosto del Bala	69825	150.0	15.0	165.0

Por la posible sobreestimación de las concentraciones medidas en la superficie respecto a todo el perfil vertical, el transporte total de sedimentos en el angosto del Chepete es del orden de 94 a 110 millones de toneladas/año, por lo que durante la vida útil de 50 años, la carga total alcanzará entre 4.700 y 5.500 millones de toneladas, y tomando en cuenta la densidad media de los sedimentos entre 1.4 y 1.6 g/cm<sup>3</sup>, el volumen acumulado de sedimentos estará en el rango entre 3.000 y 4.000 millones de m<sup>3</sup> para toda la vida útil de 50 años del embalse Angosto del Chepete, es decir entre 3 y 4 km<sup>3</sup>, valor que es menor al volumen muerto del embalse Chepete ( 298.85 m.s.n.m.), establecido en el orden de 6 km<sup>3</sup>.

Las muestras fueron colectadas en el área central del cauce en las secciones: Angosto del Beu, Angosto del Chepete, Angosto del Bala y Angosto del Susi, en múltiples campañas realizadas. Las conclusiones principales sobre la calidad del agua son las siguientes:

- Los valores de pH determinados en todos los sitios presentan valores neutros;
- Los valores de conductividad eléctrica son bajos a pesar de la gran cantidad de sólidos presentes en el agua, que se asocia a la baja cantidad de sólidos disueltos;
- Asociados con el depósito o incrustaciones: La dureza, la concentración de calcio, carbonatos, determinan un bajo potencial de generación de incrustaciones en tubería o álabes de las turbinas;
- Las concentraciones de hierro son altas, por lo que es probable la producción de depósitos de hierro; relacionado al hierro las concentraciones de manganeso son también elevadas en la mayoría de casos;
- El silicio provoca depósitos en elementos como calderos, en cualquier caso, la probabilidad de generar depósitos los elementos asociados al proyecto es baja;
- Se observan un incremento del DQO hacia la zona del Susi, asociado con las actividades antrópicas en el área de Rurrenabaque; y,
- El problema de gran importancia es la cantidad de sólidos, y su potencial efecto abrasivo, sobre el hormigón y los elementos metálicos a implantarse.

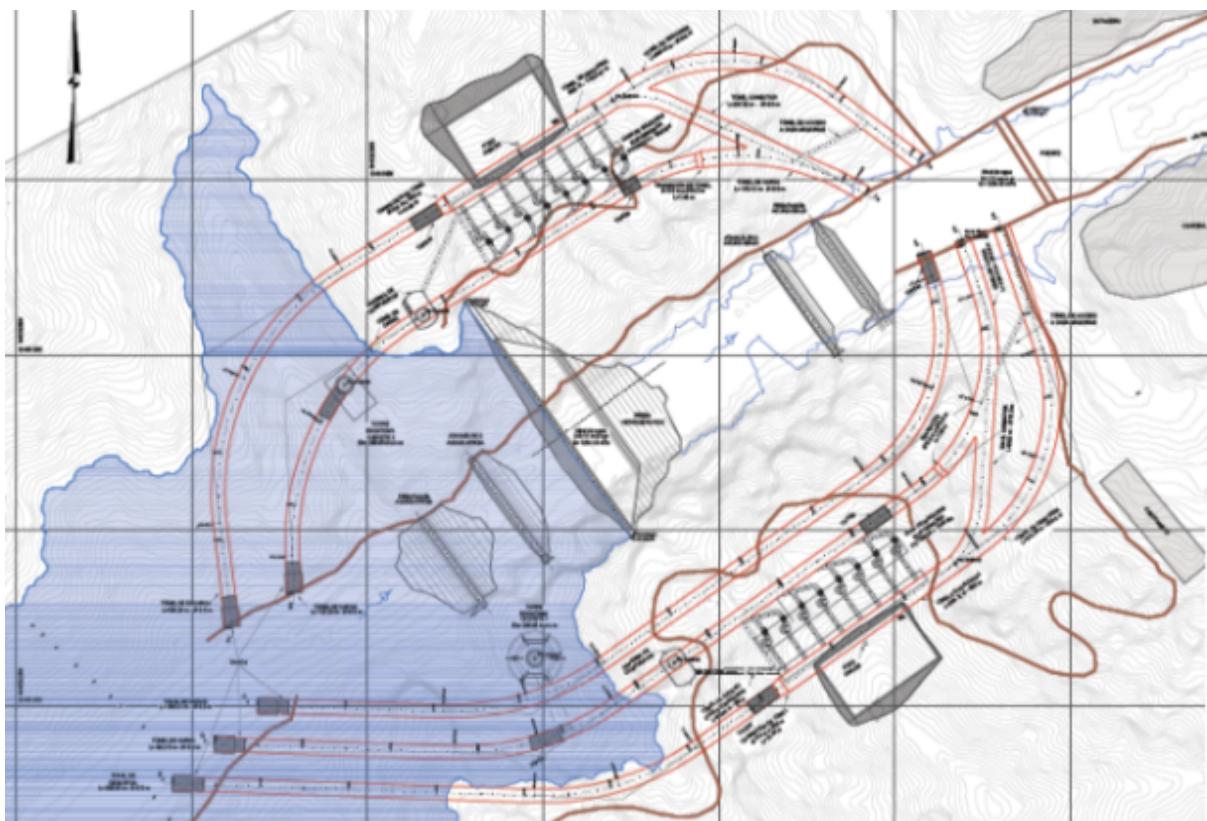
El análisis de los sedimentos, determinan en general valores normales, a excepción del valor de plomo reportando en la última campaña para el sitio Chepete, donde la concentración se incrementa notablemente, en comparación con anteriores muestras, que se asociaría a una actividad antrópica; los valores de mercurio no reportan valores anómalos o excedente de los límites máximos, y el análisis de los sedimentos se deberá complementar con análisis granulométricos y mineralógicos, para determinar el contenido de minerales duros y abrasivos.

El Consultor deberá realizar 6 campañas de aforos sólidos y líquidos en los sitios de Chepete y Bala 220, durante un año hidrológico, incluyendo los períodos de aguas altas y periodos de caudal medio.

El Consultor deberá realizar la modelación matemática hidrológica de las cuencas en relación con los hidrogramas de crecida, considerando varios escenarios de inundación general y el control hidráulico en los estrechos, para validar o ajustar las estimaciones realizadas de caudales máximos para los sitios de obra.

### **3.2 COMPONENTE DE APROVECHAMIENTO CHEPETE**

En la siguiente figura, se presenta la disposición de general de las obras del Componente de Aprovechamiento Chepete, cuyos componentes se describen a continuación.



## **Embalse**

El Componente de Aprovechamiento Chepete, tendrá un embalse de regulación con una capacidad total de 31.43 km<sup>3</sup> en su nivel normal (390 msnm) y una capacidad mínima de operación de 5.53 km<sup>3</sup> (en la cota 321.35 msnm); que representa una capacidad útil de 25.9 km<sup>3</sup>. El nivel máximo extraordinario fijado en la cota 400 msnm, se estableció como una restricción para evitar la inundación de la población de Sapecho, situada aguas arriba de la cola del embalse. El embalse máximo extraordinario en la cota 400 msnm, tendrá una superficie de inundación de 679.98 km<sup>2</sup> y volumen de 37.78 km<sup>3</sup>, con lo cual se tendrá un volumen para atenuación de crecientes de 6.35 km<sup>3</sup>. El volumen de operación en el nivel 390 msnm tendrá una superficie inundada de 595.28 km<sup>2</sup> y volumen de 31.43 Km<sup>3</sup>. La longitud del embalse es de 128.31 km y su ancho máximo alcanza 80 km.

## **Presa**

El embalse se formará por medio de la construcción de una presa vertedero de gravedad proyectada en Concreto Compactado con Rodillo (RCC). El nivel de cimentación estimado es la cota 220 msnm y la corona estará en la cota 403 msnm, por lo tanto, la presa tendrá 183 m de altura. La presa tendrá un volumen de 2.421,850 m<sup>3</sup> con taludes del lado de aguas arriba 0.2:1.0 (H:V) y aguas abajo 0.75:1.0 (H:V).

## **Vertedero de excesos**

El vertedero de excesos sin compuertas, tendrá su azud en la cota 390 msnm, con una longitud de 265 m. El caudal de diseño del vertedero corresponderá al de la creciente, con periodo de retorno de 10.000 años (41.669 m<sup>3</sup>/s), la cual una vez laminada por el embalse, producirá una descarga por el vertedero de 17.956 m<sup>3</sup>/s. Aguas abajo del azud, el vertedero tendrá un canal en rápida y el cual converge a un ancho de 160 m. En el extremo final de la rápida, se proyectó un salto de esquí, para disipar la energía del chorro en el lecho del río.

## **Descarga de medio fondo**

Se han proyectado 2 ductos de descarga blindados en acero de 6,5 m de altura, 4 m de ancho y 90 m de longitud, controlados por compuertas radiales en el nivel 298,85 msnm, correspondiente al embalse muerto.

## **Desviación del río durante construcción de la presa**

El sistema de desviación del río se proyectó para manejar en forma segura la creciente de los 10 años (16.050 m<sup>3</sup>/s) y estará conformado por los siguientes componentes:

- Preataguía de aguas arriba
- Ataguía de aguas arriba
- Túneles de desviación
- Ataguía de aguas abajo

- Preataguía de aguas abajo

La preataguía se proyectó en materiales sueltos y se impermeabilizará con material arcilloso, recubriendo el talud de aguas arriba con capas de geomembrana.

La ataguía de aguas arriba se proyectó, en CCR con una altura de 62 m.

Para la desviación del río, se proyectaron cinco túneles de 15,50 m de diámetro hidráulico y en promedio 1.160 m de longitud, cada uno. Se ubicarán tres túneles en la margen derecha y dos en la margen izquierda del río Beni. Los túneles estarán revestidos en hormigón y tendrán en los portales de entrada estructuras de hormigón con ranuras de cierre para facilitar la colocación de las compuertas (stop logs), que permitirán el cierre para el llenado del embalse.

Aguas abajo del sitio de presa se construirá una pre-ataguía de 20 m de altura, la cual permitirá la construcción de la ataguía de aguas abajo de 32 m de altura en hormigón compactado; esta será una obra permanente que permitirá mantener un pozo de amortiguamiento del impacto que producirá el chorro de agua sobre el fondo del río, proveniente del salto de esquí del vertedero de excesos, durante los reboses de las crecientes del río sobre la presa vertedero.

Dos túneles de desviación de la margen derecha y dos de la izquierda, en la fase de operación, servirán como túneles de carga y descarga de la central subterránea.

### **Casa de Máquinas**

El Componente de Aprovechamiento Chepete, tendrá dos casas de máquinas subterráneas, una en la margen derecha y otra en la margen izquierda; las casas de máquinas tendrán las siguientes características:

- ***Casa de máquinas margen derecha***

La casa de máquinas de la margen derecha tendrá una capacidad instalada de 1625,56 MW, distribuidos entre 8 turbinas Francis de eje vertical de 203,20 MW de potencia cada una, con los correspondientes generadores, tableros de control y equipos auxiliares. En la caverna de transformadores irán los transformadores monofásicos, 3 por cada generador.

Las obras civiles de la casa de máquinas comprenden las cavernas de turbinas y generadores, con las correspondientes salas de montajes, de operación y control de turbinas y caverna de transformadores, galerías de acceso entre las cavernas de máquinas y de transformadores, colector, barras, blindajes túnel de carga, ramales blindados, ductos de salida de turbinas, descarga al túnel de restitución del agua turbinada, y distribuidores de las turbinas.

La caverna de máquinas tiene una longitud de 200 m, 20 m de ancho y una altura de 50 m y la caverna de transformadores es de 200 m de longitud, 14 m de ancho y altura de 14 m.

- ***Casa de máquinas margen izquierda***

La casa de máquinas de la margen izquierda es similar en dimensiones y equipamiento a la casa de máquinas de la margen derecha.

### **Sistema hidráulico de carga y descarga**

El sistema de carga y descarga de la central aprovecha al máximo los túneles de desviación, 3 de los cuales estarán por la margen derecha y 2 por la margen izquierda. Adicionalmente se proyectan como bocatomas unas torres de captación sumergidas con rejillas y compuertas tipo cacerola. La bocatoma en la margen derecha, se proyectó en forma hexagonal y la de la margen izquierda en forma rectangular; lo anterior para acomodarse en la mejor forma posible a la topografía de los sitios.

### **Subestaciones y Líneas de Transmisión Eléctrica**

La energía generada en la casa de máquinas se transportará hasta la superficie mediante un pozo de cables que llega verticalmente a la superficie desde la caverna de transformadores, permitirá el paso de cables eléctricos hasta la plataforma superior de maniobra, la cual se enlazará con la sub estación eléctrica.

La subestación eléctrica será del tipo HDVC, la cual permitirá elevar la tensión a 500 Kv en corriente monofásica.

La línea de trasmisión eléctrica desde la subestación Chepete hasta la frontera con Brasil, será de 500 KV en corriente continua y tendrá 1.000 Km de longitud aproximadamente. La subestación de llegada posiblemente estará localizada en la ciudad de Cuiabá (Brasil), a 300 Km de la frontera.

### **Generación y Transmisión de Energía Eléctrica**

La operación continua de la central Chepete, utilizará un caudal regulado de 1.294,34 m<sup>3</sup>/s, equivalente al 81% del caudal del río Beni. La potencia total instalada será de 3.251,12 MW, donde 1.625,56 MW corresponde a la potencia instalada en la casa de máquinas de la margen derecha y otros 1.625,56 MW en la casa de máquinas de la margen izquierda, con lo cual se aprovecharán los caudales excedentes de rebose. La generación primaria promedio anual es de 13.332 GWH/año y la generación secundaria es de 2.078 GWH/año, para un total generado de 15.409 GWH/año.

La generación eléctrica de la casa de máquinas de la margen derecha, se destinará para suministrar energía al Brasil y la generación de la casa de máquinas de la margen izquierda, aprovechará los excedentes de los caudales de los meses de lluvia, para reforzar al sistema interconectado nacional de Bolivia, y sustituir la generación que actualmente se realiza con plantas térmicas, las cuales representan el 70% de la matriz energética de Bolivia. De esta manera contribuirá en forma importante al cambio de la matriz de generación del sistema boliviano.

La línea de transmisión monofásica en 500 KV y 1000 km de longitud, unirá la central Chepete con la frontera brasileña, en dirección a Cuiabá.

El sistema de supervisión, control y adquisición de datos de las subestaciones será a través de un sistema con servidores y redes (SCADA).

#### Características geológicas y geotécnicas

El angosto Chepete, está constituido por el lado largo de un anticlinal asimétrico que buza al SW.

El área de influencia de las posibles obras de aprovechamiento hidroeléctrico se caracteriza por la presencia de una capa delgada de depósitos cuaternarios en los taludes, depósitos fluviales y por tres formaciones geológicas del basamento rocoso.

La capa eluvio coluvial, de espesor limitado a 1-2 m, está presente en todas las áreas de la serranía y relieves adyacentes a la misma, con excepción de los taludes más escarpados. Una intensa vegetación tropical cubre toda el área. En el angosto, a nivel del río o ligeramente por encima, se encuentran depósitos fluviales antiguos y recientes, organizados en terrazas aluviales estrechas, discontinuas, apoyadas en las dos márgenes del río Beni.

Inmediatamente aguas arriba de la entrada al angosto, se encuentra la Formación Bala, caracterizada por areniscas con intercalaciones de lutitas y arcillas. Las rocas de esta Formación se encuentran muy fracturadas. En este sector la morfología es de colinas y zonas de llanura.

En el sector central del angosto, la Formación Beu constituye los poderosos bancos de areniscas masivas, cuarzosas, sin alteración. En este sector hay una serie de fallas paralelas a la estratificación que separan los bancos masivos de areniscas. En la margen derecha, el angosto se caracteriza por paredes verticales con alturas superiores a 100 m, mientras que la margen izquierda presenta taludes escarpados, pero sin formar paredes de considerable tamaño.

Los taludes más pronunciados de los bancos de arenisca, especialmente expuestos al ENE, son susceptible a la caída de bloques y rocas. En la base de estas áreas y a veces sobre los mismos taludes, hay potentes depósitos de rocas y bloques.

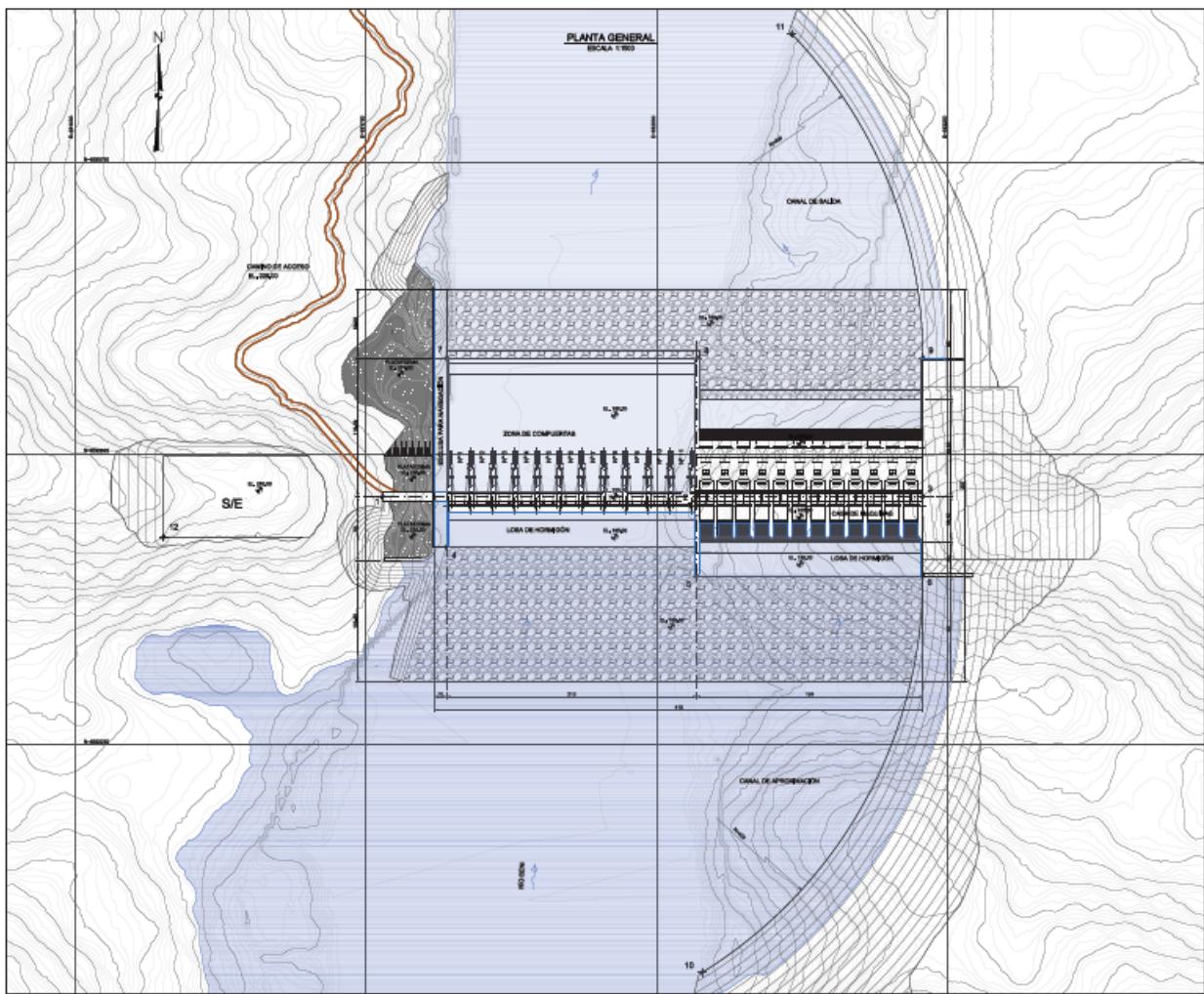
En el sector final del angosto afloran las alternancias de areniscas con lutitas de la Formación Tequeje, caracterizada por rocas intensamente plegadas y fracturadas, debido a la proximidad del eje del anticlinal. El contacto entre la Formación Tequeje y Beu es tectónico, marcado por un cabalgamiento pre-cretácico que pone las dos unidades en una relación de discordancia. En la parte centro septentrional del angosto se encuentra una escama tectónica de la Formación Tequeje dentro de la Formación Beu, con buzamiento paralelo al cabalgamiento principal y a la estratificación. En este sector final, en las dos márgenes del río, se encuentran dos pequeños deslizamientos superficiales: espesor estimado de 0-2 m y longitud 150 m.

La estratificación de los bancos de arenisca buza 55° hacia SW, en dirección contraria al flujo del río y conforme al buzamiento del lado largo del anticlinal. El macizo rocoso presenta tres sistemas de discontinuidad principales:

- diaclasas perpendiculares a la estratificación, con buzamiento variable de  $50^{\circ}$  a  $60^{\circ}$  NE;
- diaclasas y fallas casi verticales ( $75^{\circ}$ - $90^{\circ}$ ) con dirección NNW. Se presume que este sistema contribuyó a la formación del angosto;
- diaclasas y fallas paralelas a la estratificación, con buzamiento  $55^{\circ}$  hacia SW.

### 3.3 Componente de Aprovechamiento BALA

El Componente de aprovechamiento Bala, está localizado sobre el río Beni a 14 km aguas arriba de la población de Rurrenabaque. En la Figura siguiente, se presenta la disposición de general de las obras del proyecto seleccionado, las cuales se describen a continuación.



Vista en planta Componente El Bala 220

### Embalse

El Componente 2 del aprovechamiento hidroeléctrico en cascada, El Bala 220, es una alternativa de pasada (run off the river), situado a 2,5 Km aguas abajo del angosto El Bala. Esta alternativa aprovechará las aguas reguladas y de rebose del Componente 1 Chepete, además de las aguas provenientes de la cuenta intermedia entre estos dos sectores, siendo el caudal de diseño de la central de 2.400 m<sup>3</sup>/s.

El nivel máximo extraordinario del embalse, para un periodo de retorno de 10.000 años, se fijó en la cota 220 msnm por consideraciones ambientales y para no interferir con la descarga del Componente de Aprovechamiento Chepete. El nivel normal de operación es la cota 218,50 msnm, inundando un área de 66,64 km<sup>2</sup>.

### **Presas**

La presa será de tipo gravedad en Concreto Compactado con Rodillo (CCR) de 49 m de altura, medidos desde la fundación y de 215 m de longitud en el sentido de flujo del río.

Sobre la presa estará un vertedero de 260 m de longitud, controlado por 11 compuertas radiales de 15 m de ancho y 20 m de altura, las cuales permitirán el paso del caudal de la creciente de 10.000 años laminada en el embalse Chepete, más la producida entre Chepete y El Bala, para un caudal total de 29.238,47 m<sup>3</sup>/s.

Adicionalmente se ha previsto una descarga de fondo para descarga de los sedimentos que se podrían depositar cerca de las tomas de carga de la central. Dos de las compuertas radiales de los vertederos tendrán compuertas con alerones para descarga de los materiales flotantes.

El sector de compuertas se construirá en el cauce del río Beni, sobre la margen izquierda y la casa de máquinas se proyectó sobre la margen derecha.

Para efectos de construcción de las obras se ha considerado un doble manejo del río: inicialmente se desvía por la terraza previamente pre-excavada en la margen derecha, luego mediante ataguías aguas arriba y aguas abajo, se dejará en seco la zona del lecho del río donde se construye el bloque del vertedero. En una segunda fase se desvía el río hacia la zona de los vertederos y por medio de las ataguías se deja en seco la margen derecha donde se construirá la casa de máquinas.

En consideración a que el Componente El Bala 220, es una alternativa de pasada con casa de máquinas integrada con las obras de la presa con compuertas, en ningún momento el río va a quedar sin caudal, ni en la etapa de desviación ni en operación, aún en las épocas de estiaje.

Como parte de las obras de la presa se ha proyectado una estructura para manejo de los peces y un canal que permita la continuidad de la navegación de pequeños botes.

### **Casa de máquinas**

En la casa de máquinas se alojarán 12 grupos hidro-generadores compuesto por turbinas tipo Bulbo de 35.4 MW cada una, para un total de 425 MW de potencia instalada.

### **Subestaciones y líneas de transmisión eléctrica**

La subestación eléctrica será del tipo HDVC, la cual permitirá elevar la tensión a 500 KV monofásica.

La línea de trasmisión eléctrica entre las subestaciones El Bala 220 y Chepete será de 500 KV y de 250 Km de longitud, la cual seguirá en forma paralela la actual carretera entre Sapecho y Rurrenabaque, logrando la interconexión eléctrica con Brasil en dirección de la ciudad de Cuiabá y/o reforzar el sistema interconectado de Bolivia.

### **Generación y transmisión de energía eléctrica**

La operación continua de la central El Bala 220, utilizará un caudal de 2.400 m<sup>3</sup>/s, equivalente al 18 % del caudal de la curva de duración, considerando los caudales regulados por el embalse Chepete. La potencia instalada será de 425,18 MW. La generación promedio anual será de 2.648 GWH/año.

La línea de transmisión monofásica en 500 KV y 250 km de longitud, unirá la central El Bala 220 con la central Chepete 400.

El sistema de supervisión, control y adquisición de datos de las subestaciones será a través de un sistema con servidores y redes (SCADA).

La generación eléctrica del Componente 2, El Bala 220, principalmente estará destinada para suministrar energía al Brasil y los excedentes para reforzar al sistema interconectado nacional de Bolivia, con el fin de diversificar la matriz energética del país.

En la actualidad la capacidad instalada de Bolivia es de 1.615 MW, donde 1.146 MW (71%) corresponde a plantas térmicas a gas y 465 MW (28,81%) mediante plantas hidroeléctricas y 3 MW (0,19%) a una planta eólica. Indudablemente que la aspiración de Bolivia de diversificar la matriz energética no pretende suprimir las térmicas, pero si disminuir el consumo de gas, que está subvencionado, el cual se podría vender en el mercado internacional a un mayor precio. De todas maneras, con la capacidad de El Bala 220 se estaría duplicando la actual capacidad de las centrales hidroeléctricas.

### **Características geológicas y geotécnicas**

El Angosto El Bala consiste en el lado largo de un anticlinal asimétrico, que buza hacia S. El área de los posibles aprovechamientos hidroeléctricos se caracteriza por la presencia de depósitos cuaternarios y de tres formaciones geológicas diferentes que, junto con elementos estructurales presentes, condicionan también geomorfología.

La presa Bala 220 se encuentra unos 2 km aguas abajo del agusto de El Bala. En este sector el mapa geológico de Bolivia al escala 1:1.000.000, publicado por el Servicio Nacional de

geología y minería y por YPFB (Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos), marca un límite entre la Formación de Cretácico (K, Areniscas con subordinados niveles de arcillitas y limolitas) y la Formación de Paleógeno-Neógeno (Pg-Ng, Areniscas, lentes de conglomerados, lutitas y limolitas).

Morfológicamente este sector se caracteriza por una alternancia de pequeñas colinas y valles, desarrolladas paralelamente a un anticlinal con eje alargado en dirección ONO - ESE, cortado en ángulo recto por el Río Beni. En este sector el Río Beni tiene un ancho que varía de 440 m, en su punto más amplio, a 150 m en el angosto del Bala. Las cuestas de las colinas más elevadas que bordean el río llegan a alcanzar 300 msnm., el nivel medio del agua en el Bala se encuentra a 195 msnm.

Desde el punto de vista geológico, a partir de las observaciones de campo y según Oller (1986) y Héral et al. (1994), en este sector se encuentran, de aguas arriba hacia aguas abajo, las Formaciones de Beu (Cretácico), Tequeje (DTe-Devónico) y Quendeque (TQe-Terciario).

Las areniscas de la Formación Beu se encuentran en el margen derecho, muy probablemente como un fragmento tectónico comprendido entre la formaciones Tequeje y Quendeque, exhumadas durante el proceso tectónico de cabalgamiento que dio origen al Subandino. El límite entre las lutitas de la Formación Tequeje y las areniscas está marcado por una discordancia de origen tectónico, de edad pre-cretácica, y coincide aproximadamente con el cambio morfológico entre las alturas de la pequeña serranía Bala 220, formado por areniscas en la margen derecha, y las colinas más al norte. Este límite no es posible visualizarlo en terreno, ya que está cubierto por depósitos cuaternarios y por una espesa vegetación.

Las laderas de la margen derecha se diferencian de las de margen izquierda por acantilados con pendientes pronunciadas y una mayor propensión a deslizamientos, asociados con flujo de detritos y rocas.

También hay algunos lineamientos estructurales paralelos al río y un sistema de discontinuidades en dirección NE- SW que coincide con los collados desarrollados perpendiculares a la serranía. Se presume que un lineamiento NS contribuyó a la formación del angosto.

**Junto con la Orden de Proceder del Estudio de Diseño Técnico de Preinversión del Proyecto Hidroeléctrico El Bala, se entregará al Consultor-Contratista, toda la documentación correspondiente al Estudio de Identificación del mismo.**

## **4 OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE DISEÑO TÉCNICO DE PREINVERSIÓN**

Para efectos del presente documento se entiende por Proyecto, al Proyecto Hidroeléctrico El Bala, con sus dos componentes, Componente 1: Chepete y Componente 2: Bala 220. Cada uno de estos últimos son referidos también como aprovechamientos.

Para el caso específico de los estudios ambientales, el Consultor deberá presentar dos Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental (EEIA), uno para el Componente Chepete y otro para el Componente Bala 220, debido a que se cuentan con dictámenes independientes de otorgación de categorización ambiental.

### **4.1 OBJETIVO GENERAL DE LA CONSULTORÍA**

El objetivo general de la consultoría, es realizar el Estudio de Diseño Técnico de Preinversión (EDTP) del proyecto Hidroeléctrico El Bala, cuyo propósito es optimizar la alternativa seleccionada como la más conveniente en el Estudio de Identificación, optimizando dicho proyecto bajo el punto de vista Técnico, Económico, Social y Ambiental. Todo esto de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Básico de Preinversión del Ministerio de Planificación del Desarrollo, de acuerdo a la Resolución Ministerial N°115 del 12 de mayo del 2015.

El EDTP del Proyecto El Bala, deberá contar con un nivel suficiente para establecer los costos y licitar la construcción del mismo.

### **4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Para cumplir con el objetivo de la Consultoría, para los Componentes Chepete y El Bala 220 el Consultor deberá:

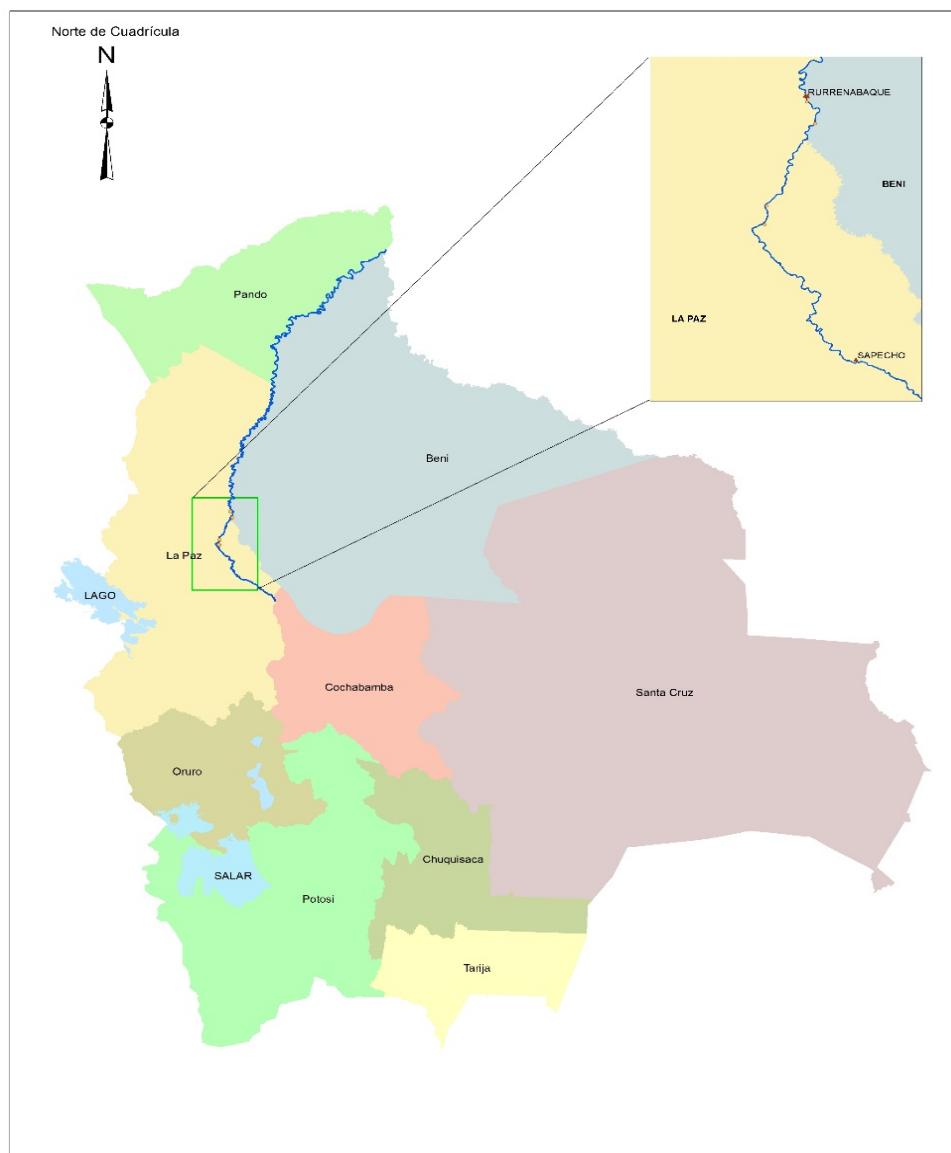
- a) Recopilar la información existente, revisar, complementar y validar estudios previos.
- b) Ejecutar estudios de campo para la obtención de información complementaria.
- c) Elaborar el Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental Analítico Integral (EEIA) y documentos requeridos por la Autoridad Ambiental competente.
- d) Elaborar especificaciones técnicas para la construcción, provisión, montaje y puesta en operación comercial de la alternativa de aprovechamiento seleccionada.
- e) Elaborar documentos de licitación para la construcción, que contengan como mínimo, especificaciones técnicas para obras civiles, provisión, montaje y puesta en operación comercial del proyecto.

## 5 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El Proyecto hidroeléctrico El Bala, se desarrolla a lo largo del río Beni, en el tramo comprendido entre las cotas 220 y 165 m.s.n.m. aproximadamente.

### 5.1 UBICACIÓN

El Proyecto Hidroeléctrico El Bala, se ubica en los departamentos de La Paz y Beni entre las provincias General José Ballivian, Abel Iturralde, Franz Tamayo, Larecaja, Caranavi y Sud Yungas, emplazándose en las jurisdicciones municipales de Rurrenabaque, San Buenaventura, Apolo, Alto Beni, Teoponte y Palos Blancos.



*Ubicación del área de interés del Proyecto Hidroeléctrico El Bala*  
Fuente: Centro Digital de Recursos Naturales de Bolivia (CDRNB)

La figura siguiente muestra la cuenca hidrográfica del río Beni hasta el sitio del Bala.



Sitios de interés para aprovechamientos hidroeléctricos – río Beni. Fuente: Google Earth, 2015

En la Tabla siguiente se incluyen las principales características físicas de las cuencas.

No	Nombre de la Estación	Área (Km <sup>2</sup> )	L (m)	P (Km)	S (%)	Sc (%)	Hmed (m.s.n.m.)	Tc Bransby (días)
1	Angosto de Quercano	10736.3	184670	786.3	2.77	48.88	2354	1.5
2	Santa Rita de Buenos Aires	4559.6	127559	475.3	3.68	53.60	2030	1.1
3	Nube	20378.4	242124	1051.8	2.16	50.36	2265	2.0
4	Kaka	21345.5	298626	1113.6	1.78	49.34	2197	2.5
5	Angosto de Inicua	30405.0	410933	1499.4	0.93	45.07	2756	3.8
6	Alto Beni	31575.8	449489	1577.2	0.86	44.40	2684	4.2
7	Angosto del Chepete	54941.6	487589	1904.9	0.80	45.91	2433	4.3
8	Tuichi	9465.9	311513	928.5	1.59	41.37	1813	2.9
9	Angosto del Bala (Sitio de Presa)	69825.0	546103	2233.4	0.72	43.52	2217	4.8
10	Angosto del Bala (Sitio Antiguo)	69830.9	548180	2234.9	0.72	43.52	2217	4.9
11	Angosto del Bala	69830.9	548180	2234.9	0.72	43.52	2217	4.9
12	Rurrenabaque	69937.0	562778	2230.9	0.71	43.49	2214	5.0

En donde:

A: Área total de la cuenca, (km<sup>2</sup>);

L: Longitud del cauce principal hasta el sitio de interés, (m);

P: Perímetro de la cuenca, (km);

S: Pendiente media del cauce principal, (%);

Sc: Pendiente media de la cuenca, (%); y,

Tc: Tiempo de concentración fórmula de Bransby, (días).

## 5.2 RUTAS DE ACCESO

La actual ruta de acceso al Componente de Aprovechamiento Chepete, se realiza de manera fluvial sobre el río Beni, partiendo desde Rurrenabaque hacia el sur. La longitud recorrida es de 71 km aproximadamente. Otra ruta de acceso es desde la población de Sapecho, se realiza igualmente de manera fluvial hasta el angosto Chepete, con una distancia aproximada. de 126 km.

En un futuro, el acceso será desde la población de Sapecho, mediante una carretera de 145 km, la cual se desarrolla por la serranía del Beu, bordeando el río Beni por el costado sur, para luego cruzarla y llegar hasta el sitio de obras. Aguas abajo del sitio de obra, se construirá un puente sobre el río Beni para permitir el acceso a ambas márgenes.

Entre Rurrenabaque y Sapecho se encuentra la carretera con destino a la Paz. La longitud es de 200 km.

En la población de Rurrenabaque se cuenta con un aeropuerto, el cual presta servicio de vuelos diarios a la ciudad de la Paz, a través de las aerolíneas Amaszonas y Tam; próximamente se contará con el servicio de Boa.

En el caso de El Bala 220, el acceso se realiza de manera fluvial. Desde Rurrenabaque al sitio de obra existen aproximadamente 14 km. Se ha considerado la construcción de una carretera de acceso partiendo desde San Buenaventura, la cual tendrá 25 km.

## **6 ALCANCE DEL TRABAJO**

El Consultor deberá cumplir con todo lo establecido en el presente documento, además de realizar todo lo necesario para garantizar la calidad, la suficiencia técnica de los resultados, la optimización técnico- económica de las alternativas estudiadas, la funcionalidad de las obras, su integralidad, seguridad, confiabilidad de los resultados y las obras a construir, además del equipamiento seleccionado; sin que la falta de mención explícita a cualquier trabajo, metodología, procedimiento, cálculo, verificación o especificación necesarios e indispensables, exima al Consultor de su responsabilidad de aplicar las mejores prácticas de la ingeniería hidroeléctrica vigentes a nivel internacional y disciplinas profesionales involucradas en la prestación de estos servicios, de acuerdo al estado del arte, incluyendo normas técnicas nacionales e internacionales aplicables y actualizadas.

Todas las gestiones que serán ejecutadas por el Consultor, para cumplir con el objetivo principal del presente estudio, deberán ser en forma progresiva y serán objeto de análisis, evaluación y aprobación por parte del Cliente, mediante los mecanismos establecidos en el Contrato a ser suscrito, cumpliendo obligatoriamente con todas las fases descritas en el presente numeral; debiendo sus informes y/o productos, procesamiento de datos, modelos de simulación y calibración de modelos, resultados, dimensionamientos, diseños, planos, memorias justificativas y de cálculo y otros, ser aprobados por éste.

El Consultor deberá:

- Recopilar, revisar, validar y complementar todos los estudios previos e información existente, de esta manera optimizará la alternativa seleccionada del sistema de aprovechamiento hidroeléctrico El Bala, para continuar con el diseño definitivo.
- Estudiar la alternativa óptima a un nivel de EDTP, además de elaborar todos los estudios ambientales necesarios, que le permitan a ENDE la gestión de la licencia ambiental ante la autoridad competente y finalmente elaborará todos los documentos de licitación suficientes para que ENDE pueda iniciar posteriormente el proceso de contratación para la construcción, provisión, montaje y puesta en operación comercial del sistema óptimo de aprovechamiento hidroeléctrico.

### **6.1 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE TIPOLOGÍA DE PRESA**

Mediante la revisión completa de la información generada durante la etapa de EI del proyecto El Bala, el Consultor analizará, seleccionará y justificará el tipo de presa y si corresponde, confirmará la tipología de presa recomendada en el EI.

El Consultor, deberá proponer inicialmente los criterios, de comparación para la selección de las presas, que deberán ser consensuados con el Cliente. El Consultor predimensionará todas las obras anexas asociadas a cada tipo de presa, como son entre otros, sistema de desvió, vertedero de excedencias, descargas de fondo y descarga de la casa de máquinas.

Las tipologías mínimas de presas a ser consideradas serán las siguientes:

- Presas de gravedad
  - Presa de relleno de tierra y/o enrocado
  - Presa de Hormigón
- Presa en Arco

## **6.2 ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS PARA LA OBTENCIÓN DE LA INFORMACIÓN BÁSICA**

Para los aprovechamientos seleccionados y los sitios de captación, regulación, aducción, tomas y aducciones complementarias y emplazamiento de todas las obras e instalaciones del sistema hidráulico, de generación, transformación de energía eléctrica y caminos de acceso a las centrales y las obras principales, el Consultor deberá complementar los estudios siguientes, en caso de ser necesario.

### ***Topografía***

En esta fase de los estudios el Consultor deberá realizar como mínimo lo siguiente:

- Establecimiento de una Red Geodésica Básica de 200 km, para enlazar los puntos de Rurrenabaque hacia Sapecho, dejando puntos de control en los sectores Chepete y Bala, que sirvan de referencia para el replanteo de las obras durante construcción. La cual deberá estar enmarcada en puntos de la red Geodésica Nacional del Instituto Geográfico Militar – IGM, con una frecuencia adecuada que garantice una buena precisión acorde al nivel de Estudio.
- Levantamiento topográfico del Camino de Acceso Principal desde el sector del puente Sapecho hasta Chepete (franja de 100 m), de longitud aproximada de 145 km.
- Levantamiento topográfico del Camino de Acceso Principal desde San Buenaventura hasta El Bala (franja de 100 m), de longitud aproximada de 25 km y complementarios a acordarse con el Cliente.

La metodología del levantamiento topográfico, deberá permitir realizar el trabajo en un tiempo óptimo, con los menores niveles de agresividad ambiental y una precisión acorde al nivel de estudio.

Sobre la información cartográfica obtenida se presentará los esquemas generales de las alternativas del Proyecto, así como la información temática a generarse, que está relacionada con el proyecto.

### ***Batimetrías***

De manera adicional a las secciones batimétricas entregas por ENDE, el Consultor, deberá complementar la información con secciones batimétricas en los sitios tanto del Chepete

como del Bala. El Consultor, deberá realizar levantamientos batimétricos de detalle, a partir del eje de la presa en ambos sitios, con un espaciamiento máximo de 50 m, un kilómetro aguas arriba y uno aguas abajo.

Con el objetivo de realizar la modelación matemática hidráulica, tanto del remanso aguas arriba como de las condiciones aguas abajo de los sitios de aprovechamiento, el Consultor realizará el levantamiento batimétrico de las secciones necesarias, hasta alcanzar mínimamente el puente Sapecho (Cola del Embalse).

El alcance específico para la obtención de estas secciones deberá necesariamente ser consensuado y aprobado por el Cliente.

Los levantamientos batimétricos deberán enmarcarse en puntos de la Red Geodésica Básica del Proyecto.

### ***Aforos***

El Consultor deberá realizar 6 campañas de aforos líquidos y sólidos suspendidos, en los angostos del Chepete, Bala y Susi, (que serán definidos conjuntamente con el Cliente) con el fin de correlacionar los registros de sólidos suspendidos de la estación de Rurrenabaque (SENAMHI - Proyecto HYBAN de la Cooperación Francesa), con los sitios del Bala y Chepete. Esto para contribuir a estimar los volúmenes de aportes de sedimentos al embalse de Bala y Chepete.

Las campañas de aforos son para realizarse durante las épocas de aguas altas y medias del río Beni, distribuidas a lo largo del año. Cada campaña incluye tres aforos, uno en el angosto Chepete y el sitio de Bala y otro en el Susi (que serán definidos conjuntamente con el Cliente).

### ***Modelación***

#### ***Modelación numérica hidráulica***

El Consultor deberá aplicar modelos matemáticos hidráulicos, siendo la elección o determinación de los parámetros empleados en estos, adecuadamente justificados, considerando las particularidades de los ríos de la zona de estudio.

Para el aprovechamiento Chepete, el modelo permitirá optimizar el diseño del vertedor principal, es decir, comprobar las condiciones del patrón de flujo del agua por encima de la estructura del vertedero y en la zona de impacto del chorro sobre el lecho del río. Así mismo, se simularán las condiciones del flujo en la descarga de los conductos de la central. Esta modelación permitirá optimizar el funcionamiento hidráulico de la obra.

Para el aprovechamiento Bala, el modelo permitirá optimizar el diseño del vertedor principal y comprobar las condiciones del patrón de flujo, manejo de los sedimentos (flushing) y de la acumulación de los sedimentos frente a las estructuras.

Adicionalmente a la aplicación de modelos unidimensionales en ambos aprovechamientos, el Consultor deberá emplear modelos bidimensionales y tridimensionales (los modelos a ser empleados, serán acordados con el Cliente). El Consultor, proporcionará al Cliente, el software y licencias correspondientes, de los modelos matemáticos hidráulicos empleados.

### ***Modelación física***

El Consultor, realizará un estudio en modelo hidráulico físico, para las obras de los dos sitios de aprovechamiento, en escala adecuada según el número de Froude.

Para garantizar la similitud geométrica, cinemática y dinámica en el modelo físico a ser propuesto para las obras, se recomienda un modelo de escala de longitudes que tome en consideración fundamentalmente el valor del caudal a ser simulado, que el modelo siga en criterio de semejanza de Froude, en todo el rango de caudales de operación.

### **Aprovechamiento Chepete**

El Consultor deberá realizar un modelo físico de la presa Chepete, a fondo fijo, que permita estudiar y determinar la geometría de las obras relevantes. El modelo tiene como objetivo específico dar información de soporte de los diseños ejecutivos y constructivos en relación a las siguientes actividades:

- Optimización del vertedor principal; es decir, definir los coeficientes experimentales de descarga. Estos coeficientes permitirán ajustar y/o modificar los utilizados en diseño definitivo y determinar la capacidad real y el comportamiento hidráulico de la obra.
- Optimización del diseño del cuenco disipador de energía, midiendo la presión del impacto sobre el fondo móvil.

### **Aprovechamiento Bala**

El Consultor deberá realizar un modelo físico de las obras de la presa-vertedero del Bala, a fondo fijo, que permita estudiar y optimizar la geometría de las obras del vertedero y de la casa de máquinas. El modelo tiene como objetivo específico dar información de soporte de los diseños ejecutivos y constructivos en relación a las siguientes actividades:

- Optimización del vertedor principal; es decir, definir los coeficientes experimentales de descarga. Estos coeficientes permitirán ajustar y/o modificar los utilizados en diseño definitivo y determinar la capacidad real y el comportamiento hidráulico de la obra.
- Estudio del patrón de flujo y de los sedimentos, en relación con el emplazamiento de las obras del vertedero y la casa de máquinas.

### ***Sedimentología***

El Consultor deberá:

- Generar un plan de evacuación de crecidas (flushing) y de sólidos, determinar la retención de sedimentos por la presa, a tomar en el diseño de las obras aguas abajo. De la misma manera, para la situación durante la construcción.
- El Estudio sedimentológico incluirá el impacto de los sedimentos en la evolución del volumen útil del o los embalses y la vida útil del proyecto, así como su impacto en la navegabilidad de las vías fluviales considerando los posibles sitios de represas y los requerimientos de su mantenimiento periódico.
- Se evaluará los sedimentos para diferentes situaciones de crecidas (TR=50 y TR=100 años); en función de los resultados obtenidos, se elaborará planes de evacuación de sedimentos, tanto para situaciones de crecidas, como para situaciones normales de operación y también para la etapa constructiva de los aprovechamientos hidroeléctricos.

Respecto al estudio de la alternativa seleccionada el consultor deberá:

- Para el embalse definir los niveles máximos extraordinarios, los normales y los mínimos, en función del régimen hidrológico y fluvial, estableciendo caídas aprovechables, incluyendo estudio de curvas de remanso en secciones longitudinales y transversales del curso principal, y de afluentes aguas arriba y aguas abajo del o de los aprovechamientos propuestos.
- Efectuar la simulación de la operación mensual de la alternativa identificada para obtener: la producción energética, la variación temporal de los caudales turbinados, reboses y otros. La simulación será para una serie larga de caudales mensuales y deberá también analizar la producción de potencial firme durante el estiaje (regulación y regla de operación del o los embalses, análisis individual y del sistema en conjunto).

### ***Sismicidad***

En Consultor deberá realizar un estudio de riesgo sísmico local que permita definir los parámetros sísmicos para el diseño de las obras. Se considerará lo indicado por el USACE 1110-2-1806 en donde se definen los criterios generales y específicos para el diseño de nuevos proyectos sujetos a potencial mal funcionamiento o colapso durante la operación y que pueden crear condiciones de peligros por las pérdidas vidas humanas.

Bajo estos criterios el Consultor deberá definir: los centros de generación de sismos, la aceleración del suelo, la caracterización del sitio, la respuesta estructural y los impactos potenciales, entre otros.

El consultor deberá definir los varios niveles de aceleración del suelo para considerarse en el diseño de las varias obras, tal como el MDE, MCE, OBE.

Especificamente para la presa, se considerará lo establecido en USACE y por ICOLD en lo relacionado con presas de gravedad, en hormigón convencional, rodillado (CCR) y otros tipos de presa.

### ***Investigaciones geotécnicas***

Como parte integral del Estudio de Identificación del proyecto hidroeléctrico El Bala, se realizó un plan de investigaciones geológico- geotécnicas en los sitios de aprovechamiento (Susi, El Bala, Chepete y Beu) con el fin de conocer las características estratigráficas y geomecánicas de estos (Producto 2, Tomo 2.5 del Estudio de Identificación).

### ***Objetivos***

El objetivo de esta campaña complementaria es proveer toda la información geológica y geotécnica de los sitios Chepete y Bala y completar las investigaciones geotécnicas necesarias de superficie, de subsuelo, la identificación de materiales de préstamo para la construcción de la presa y para la provisión de agregados de hormigón.

### ***Términos generales***

#### *Información específica*

El Consultor deberá adjuntar la documentación necesaria para demostrar la experiencia adecuada para ejecutar los trabajos materia de este contrato. El Oferente deberá presentar Certificaciones y/o Actas de recepción de los trabajos realizados (emitidos por la empresa contratante que en su momento solicitó los mismos), en donde se indique la realización de trabajos geofísicos (Estudio Down Hole). Las certificaciones deberán contener además las referencias telefónicas de las empresas contratantes que emitieron los documentos.

ENDE se reserva el derecho de verificar la información contenida en los mismos.

#### *Entregables*

El Contratista deberá proporcionar a ENDE un archivo por cada actividad de investigación geotécnica, conjuntamente deberá entregar un formato de campo donde estén asentados los datos como: fecha de adquisición, operador, equipo, identificación del dato, cadenaamiento de los datos, entre otros, al finalizar el trabajo de campo deberá proporcionar un mapa con la ubicación de los datos levantados. La información citada debe entregarse en formato impreso y en un medio de almacenamiento masivo. Al finalizar el estudio el contratista debe entregar un informe de actividades, el cual contendrá lo siguiente:

- Los archivos de los datos de campo,
- Un plano de ubicación de todos los trabajos.
- Un informe de los trabajos de campo realizados y de los resultados con conclusiones y recomendaciones.

### Equipos y personal

La Contratista deberá utilizar un equipo con la suficiente capacidad para garantizar la calidad de los datos, resolución, penetración. El número de equipos a utilizar deberá ser el suficiente para cumplir con el programa de trabajo en tiempo y forma y deberá estar calibrado. Los precios unitarios deberán incluir todas las actividades requeridas para trasladar los equipos de geofísica del almacén del contratista al sitio.

El Contratista deberá disponer de personal capacitado y comprobado, equipo y transporte necesarios. El Contratista deberá proporcionar toda la mano de obra y accesorios para la buena ejecución de cada una de las actividades durante la adquisición de los datos. Así como la logística para la instalación de plataformas de perforación en los sitios determinados para la ejecución de los sondajes.

Es responsabilidad del Contratista cumplir con las normas y disposiciones que se indiquen en la Ficha Ambiental.

### ***Pruebas geotécnicas complementarias***

En los siguientes cuadros se presenta el listado de trabajos geotécnico y sus respectivas cantidades. Las cantidades establecidas en el presente documento, podrán ser ampliadas o disminuidas únicamente bajo aprobación expresa de la Supervisión en el curso de las investigaciones, de acuerdo a las necesidades del trabajo de prospección.

Trabajos geotécnicos en el sitio Chepete:

#	ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD
<b>A</b>	<b>SONDEOS A DIAMANTINA</b>		
1	Perforación a diamantina vertical (8 sondeos)	m	990
2	Perforación a diamantina inclinado 20° (2 sondeos)	m	180
3	Perforación a diamantina sub-horizontal 5° (3 sondeos)	m	320
<b>B</b>	<b>PRUEBAS EN SONDEOS</b>		
1	Ensayos con Dilatómetro	Unidades	39
2	Ensayos de Permeabilidad Lugeon	Unidades	43
3	Nivel freático en sondeos verticales	Unidades	10
4	Pruéba de carga hidráulica con Packer en sondeos horizontales	Unidades	9
5	Detección de gases	Unidades	9
<b>C</b>	<b>DIAGRAFIAS EN SONDEOS</b>		
1	Diagrafias OPTV (Optical Tele Viewer)	Unidades	9
2	Diagrafias BHTV (Borehole Tele Viewer)	Unidades	9
3	Diagrafias FWS (Full Wave Sonic)	Unidades	9
4	Diagrafias de Temperatura y Rayos Gamma Naturales	Unidades	9
<b>D</b>	<b>GEOFISICA</b>		
1	Sísmica en pozo único (Down Hole) (DH)	Unidades	3
2	Tomografía sísmica entre dos barrenos (Cross Hole) (TS-ss)	Unidades	3
3	Tomografía sísmica entre un barreno y terreno natural (TS-st)	Unidades	4
4	Tomografía eléctrica (ERT)	m	1550
<b>E</b>	<b>ENSAYOS DE LABORATORIO EN ROCAS</b>		
1	Peso de volumen (PV)	Unidades	38
2	Ensayo de compresión monoaxial, con medida de deformabilidad, secante y tangente (MX)	Unidades	25
3	Ensayo de carga puntual (Point Load Test) (CP)	Unidades	38
4	Ensayo de compresión triaxial (TX)	Unidades	18
5	Ensayo de tracción Brasilero (TB)	Unidades	16
6	Corte directo sobre fracturas (p= sobre fractura cerrada; r=sobre fractura abierta) (CF)	Unidades	7
7	Abrasión de os Ángeles (LA)	Unidades	5
8	Análisis reactividad potencial (RP)	Unidades	5
9	Análisis petrográfico en lámina delgada (AP)	Unidades	5
<b>F</b>	<b>ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO AGUAS</b>		
1	Análisis físico químico aguas	Unidades	10
<b>G</b>	<b>ESTACIÓN DE MONITOREO DE VIBRACIONES</b>		
1	Instalación estación de monitoreo de vibraciones	Unidades	1

Trabajos geotécnicos en el sitio Bala:

#	ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD
<b>A</b>	<b>SONDEOS A DIAMANTINA</b>		
1	Perforación a diamantina vertical	m	395
<b>B</b>	<b>PRUEBAS EN SONDEOS</b>		
1	Ensayos con Dilatómetro/Pressiometro	Unidades	6
2	Ensayos de Permeabilidad Lugeon	Unidades	73
3	Nivel freático en sondeos verticales	Unidades	1
4	Detección de gases	Unidades	4
<b>C</b>	<b>DIAGRAFIAS EN SONDEOS</b>		
1	Diagrafias OPTV (Optical Tele Viewer)	Unidades	3
2	Diagrafias BHTV (Borehole Tele Viewer)	Unidades	3
3	Diagrafias FWS (Full Wave Sonic)	Unidades	3
4	Diagrafias de Temperatura y Rayos Gamma Naturales	Unidades	3
<b>D</b>	<b>GEOFISICA</b>		
1	Sísmica en pozo único (Down Hole) (DH)	Unidades	5
2	Tomografía sísmica entre dos barrenos (Cross Hole) (TS-ss)	Unidades	4
3	Tomografía sísmica entre un barreno y terreno natural (TS-st)	Unidades	3
4	Tomografía electrica (ERT)	m	1550
<b>E</b>	<b>ENSAYOS DE LABORATORIO EN SUELOS</b>		
1	Peso Específico	Unidades	27
2	Granulometría	Unidades	21
3	Límites de consistencia	Unidades	21
4	Contenido de Humedad	Unidades	21
5	Hidrometría	Unidades	21
6	Corte Directo	Unidades	21
7	Triaxial	Unidades	11
<b>F</b>	<b>ENSAYOS DE LABORATORIO EN ROCAS</b>		
1	Peso de volumen (PV)	Unidades	28
2	Ensaya de compresión monoaxial, con medida de deformabilidad, secante y tangente (MX)	Unidades	26
3	Ensaya de carga puntual (Point Load Test) (CP)	Unidades	20
4	Ensaya de compresión triaxial (TX)	Unidades	9
5	Ensaya de tracción Brasilero (TB)	Unidades	12
6	Corte directo sobre fracturas (p= sobre fractura cerrada; r=sobre fractura abierta) (CF)	Unidades	14
7	Abrasión de os Ángeles (LA)	Unidades	15
8	Análisis reactividad potencial (RP)	Unidades	6
9	Análisis petrográfico en lámina delgada (AP)	Unidades	6
<b>G</b>	<b>ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO AGUAS</b>		
1	Analisis fisico químico aguas	Unidades	3

Todos los informes deberán estar respaldados con la información exhaustivamente documentada de los resultados de perforaciones a diamantina, logging, geofísica, pruebas y ensayos de laboratorio, con registros según normas, testigos debidamente conservados y entregados al final del periodo de estudio al Cliente, información de pozos, informes de campo, análisis, síntesis y diagnósticos finales.

#### Sondeos a diamantina

El Consultor llevará a cabo sondeos mecánicos a rotación, con recuperación continua de testigo, en el área de fundación de la presa, de túneles de desvío, de casa de máquinas y obras anexas.

El Consultor debe prever la posibilidad de realizar:

- sondeos a diamantina verticales, con profundidades variables entre 30 m y 400 m,
- sondeos a diamantina inclinados de aproximadamente 20°-30° de la vertical, con profundidades alrededor de 100 m,
- sondeos a diamantina sub-horizontales, inclinados de aproximadamente 5° del horizontal hacia abajo, con longitudes variables entre 80 m y 150 m.

Todas las perforaciones serán ejecutadas con recuperación de testigos y con diámetro en función de la necesidad de obtener la máxima recuperación de testigos. Los equipos de perforación a emplear deben tener capacidad suficiente para alcanzar el fondo de los sondeos especificados.

El Consultor conservará íntegros los testigos recuperados de las perforaciones; los conservará en cajas porta-testigos adecuadas de plástico o metal y los almacenará, debidamente registrados, bajo su responsabilidad, en un recinto bajo techo y seguro. A la conclusión del contrato el Consultor transferirá los testigos al Cliente, en una bodega de ENDE en Cochabamba.

#### Prueba dilatométricas/presiometricas

Dependiendo de la presencia de rocas o de suelos, el Consultor deberá realizar pruebas en los barrenos, respectivamente dilatométricas o presiometricas.

Los análisis dilatométricos realizadas dentro de los pozos de sondeo tiene el propósito principal de la determinación de las características de elasticidad y deformabilidad del material en las profundidades de investigación establecidas. La prueba se basa en la aplicación desde el interior del pozo de sondeo de una presión radial uniforme siguiendo intervalos de crecimiento y en la medición de desplazamientos correspondientes a cada valor de carga aplicada.

Para la prueba se requieren los siguientes pasos:

- colocación de la sonda en el tramo de investigación y aplicación de una precarga para asegurar el contacto entre la sonda y la pared del pozo;
- ejecución de prueba que consiste en realizar tres ciclos de carga y descarga y grabación simultánea de los desplazamientos y de presión;

La presión máxima de los ciclos y las fases de carga se definen en función de las características locales del litotipo y del progreso de la prueba en curso.

El equipo para la realización de la prueba dilatométrica debe tener las siguientes características mínimas:

- Sonda dilatométrica con un transductor de desplazamiento y diámetro por pozos desde 65mm a 90mm.
- Rodillo de cable de transmisión de la señal eléctrica.

- Rodillo de manguera de alta presión (hasta 250bar).
- Batería externa de alta capacidad.
- Adquisidor automático.
- Bomba para presurizar el sistema.

Para tomar en cuenta el efecto de la deformación del packer (empaque) de caucho, se requiere una calibración completa antes de proceder con los ensayos dilatométricos con un nuevo packer. Cada calibración debe incluir dos pasos:

- Calculo del coeficiente que determina la deformación del diámetro de la membrana y guarda el valor obtenido en la memoria interna.
- Mediante un tubo de calibración con un diámetro más grande que el utilizado para la calibración al punto precedente, se requiere la corrección lineal de la diferencia entre los diámetros.

#### Ensayos de Permeabilidad Lugeon

En todos los sondeos, en sus tramos perforados en roca, el Contratista realizará ensayos de permeabilidad Lugeon con agua a presión. Estos ensayos se realizarán cada 5 m, con excepción de los primeros 5 m superficiales.

#### Nivel freático en sondeos verticales

El consultor deberá medir el nivel freático en los sondeos verticales. El Consultor medirá el nivel freático frecuentemente, al menos una vez al día, durante toda la duración de la perforación. Al final de la perforación, la medición debe repetirse después de al menos un día después de finalizar la perforación.

#### Prueba de carga hidráulica en sondeos horizontales

El consultor deberá medir la carga hidráulica en sondeos horizontales. La medida debe hacerse con un sensor de carga hidráulica posicionado en el barreno atrás del Packer, que asegure el aislamiento hidráulico. El Consultor medirá la carga hidráulica frecuentemente, al menos una vez al día, durante toda la duración de la perforación. Al final de la perforación, la medición debe repetirse después de al menos un día después de finalizar la perforación.

#### Detección de gases

El consultor deberá medir la presencia de gases a la embocadura de los sondeos profundos. El Consultor medirá el contenido de CO<sub>2</sub>, gases inflamables, H<sub>2</sub>S. La medida deberá repetirse frecuentemente, al menos una vez al día, durante toda la duración de la perforación. Al final de la perforación, la medición debe repetirse después de al menos un día después de finalizar la perforación.

### Diagrafías en pozo OPTV (Optical Tele Viewer)

La diagrafía OPTV (Optical Tele Viewer) es una investigación televisiva que permite la visión directa de la pared de un sondeo a fin de estudiar los parámetros estructurales de la roca investigada y analizar la estratigrafía del sondeo. Los componentes de la sonda óptica son una tele cámara óptica digital, centrada su un espejo troncocónico que refleja la pared del barreno, y una unidad magnetométrica y accelerométrica, para determinar la orientación (azimut) y la inclinación del barreno. La prueba se realiza dentro las perforaciones secas o en presencia de agua limpia.

El resultado de una prueba es el desarrollo de la imagen televisiva en el plano a 360° y su orientación con respecto al Norte. Mediante una elaboración con software específico se deberán identificar las discontinuidades y las fracturas y su ubicación.

El procedimiento de adquisición debe respetar las siguientes operaciones:

- Montaje de los centradores en la sonda, según el diámetro del barreno
- Introducción de la sonda dentro del sondeo
- Adquisición de la imagen durante el descenso de la sonda (la velocidad del descenso es constante = 1m/min)
- Recuperación de la sonda

### Diagrafías en pozo BHTV (Bore Hole Tele Viewer)

La diagrafía acústica BHTV (Bore Hole Tele Viewer Optical Tele Viewer) es una investigación de la pared de un barreno mediante la emisión de una señal ultrasónica de alta frecuencia (GHz) que llega a la pared del barreno con una dirección perpendicular al eje. Por razón de la grabación de la señal de regreso, es posible estudiar las características estructurales del sondaje. El procedimiento del ensayo debe ser el siguiente:

1. Ante de comenzar la prueba se debe calibrar la sonda, en función del diámetro del sondaje,
2. La condición necesaria para efectuar la prueba es que el sondaje esté lleno de agua,
3. Montaje de los centradores en la sonda, según el diámetro del sondaje,
4. Introducción de la sonda dentro del sondaje,
5. Adquisición de la imagen durante el descenso de la sonda (la velocidad del descenso es constante = 1.5 m/min),
6. Recuperación de la sonda.

### Diagrafías en pozo FWS (Full Wave Sonic)

La diagrafía sónica Full Wave Sonic es un ensayo que permite la determinación de la velocidad de propagación de las ondas de compresión (P) y de las ondas transversales (S),

para estudiar las propiedades elásticas de la roca investigada. El procedimiento del ensayo consiste en la adquisición de una señal ultrasónica completa (full wave), que tiene una frecuencia variable entre 1 y 30 kHz. El análisis de la señal sónica consiste en la determinación de la onda P (primer lugar en la sucesión de las ondas que llegan al receptor de la sonda) y sucesivamente en la determinación de la onda S, transformada en P. El procedimiento del ensayo debe ser el siguiente:

1. La condición necesaria para efectuar la prueba es que el sondaje esté lleno de agua,
2. La sonda utilizada debe tener un transmisor y 3 receptores,
3. Montaje de los centradores en la sonda, según el diámetro del sondaje,
4. Adquisición del log sónico, durante el descenso de la sonda (la velocidad del descenso es variable según la calidad de la señal). Se puede también adquirir los datos durante la recuperación de la sonda.

Los datos de las 3 diagrafías deben ser correlacionados. Para un análisis estructural completo, el Contratista deberá comparar los datos OPTV con los datos BHTV.

#### Diagrafias de temperatura y rayos gamma

El Contratista deberá realizar diagrafías de temperatura y rayos gamma naturales por medio de una sonda multiparamétrica en sondeos.

La diagrafía de temperatura es un ensayo que permite la determinación de la temperatura del agua en el sondaje, para estudiar las propiedades hidrogeológicas del macizo rocoso investigado. El procedimiento de testificación consiste en la adquisición continua de la temperatura de una sonda bajada en el sondaje. La diagrafía de rayos gamma se realiza mediante una sonda de medida de la unidad A.P.I. (American Petroleum Institute). La tasa de conteo de rayos gamma (o el valor medido en A.P.I.) es directamente proporcional al contenido de arcilla en el macizo rocoso o en las diaclasas.

#### Sísmica en Pozo Único (Down Hole)

El método sísmico en pozo único con la técnica de Down Hole está basado en el tiempo de viaje de las ondas compresionales y transversales generadas en la superficie del terreno y detectadas en el interior del barreno por un geófono triaxial a diferentes profundidades. Con este arreglo es posible identificar estratos de roca delgados y conocer sus velocidades, así como los valores de los módulos elásticos dinámicos, permitiendo caracterizar a profundidad la competencia mecánica del medio rocoso.

Por lo que a continuación se presentan las condiciones y especificaciones técnicas, mínimas que debe cumplir el proveedor interesado en la prestación cabal de estos servicios.

Los principales objetivos del estudio sísmico de campo en pozo único Down Hole son:

- Obtener los datos de campo con la técnica de Down Hole.

- Determinar los módulos elásticos dinámicos del macizo rocoso, a través de datos sísmicos tomados en sondajes hasta una profundidad de 30 m.

El Contratista previo a la elaboración de su propuesta técnica debe considerar:

- Los barrenos para la ejecución de las pruebas, serán entregados listos (ademas, lechereado y con tapón al fondo) para la obtención de los datos.
- La obtención de los datos se deberá realizar a intervalos a definirse en el sitio y dependerán de las condiciones de los barrenos, pero el intervalo no será mayor a 3 m.
- Informar las actividades para cada estudio, según se acuerde al inicio de la campaña.
- Realizar un Informe de actividades en el que indique la ubicación de cada estudio de Down Hole. –Obtener un registro de verticalidad en el pozo para las correcciones a los tiempos de viaje de la onda sísmica.

El tipo de equipo a emplear en la adquisición de los datos deberá cumplir con al menos lo siguiente.

- El equipo geofísico para el estudio sísmico en pozo único, deberá estar compuesto por un equipo, sismógrafo mínimo de 24 canales, un geófono triaxial de 28 Hz, dispositivo, unidad de control superficial y mecanismo de orientación.
- El contratista deberá hacer una copia de los archivos de datos originales de campo ordenados por cada estudio de Down Hole así como, las bitácoras de campo y toda información necesaria para que ENDE pueda llevar a cabo la fiscalización en un momento dado.

#### *Tomografía Sísmica (TS)*

El método de Tomografía Sísmica está basado en la trayectoria de los tiempos de onda compresional generados en un punto y registrados en diferentes canales ubicados en otro lugar distinto a donde se ubica la fuente, de tal manera que entre fuentes y detectores se crean celdas en las cuales cruzan diferentes rayos con diferente dirección, permitiendo la obtención de una imagen detallada de la distribución de las velocidades en el plano formado entre fuentes y detectores.

Con este arreglo es posible identificar cuerpos o estructuras, grandes bloques de roca, lentes de arena, zonas fracturadas, cavidades. Mediante el contraste de velocidades en la roca encajonante, permitiendo caracterizar las velocidades sísmicas dentro del medio de una manera más detallada y asociarlas a la competencia mecánica del medio.

El Contratista debe obtener los datos de campo con la técnica de Tomografía Sísmica en diferentes arreglos de fuentes y detectores, para determinar localmente el comportamiento estructural y algunas condiciones de compacidad del macizo rocoso, esto a través de datos sísmicos tomados entre dos sondajes o entre un sondaje y la topografía natural. En cualquier caso la profundidad de investigación será alrededor de los 100 m.

El Oferente previo a la elaboración de su propuesta técnica-económica debe considerar:

- La posibilidad de combinar los sondajes con la topografía natural.
- Para el caso de tomografías entre barrenos, en uno de los barrenos se deberán introducir los 24 detectores (hidrófonos) y en el otro se deben colocar las fuentes.
- Para el caso de las tomografías entre barreno y terreno natural, lo más conveniente es que en el barreno se coloquen las cargas y en el terreno natural se introduzcan los geófonos.
- La fuente generadora de ondas será una fuente explosiva.
- ENDE indicará los sitios donde se realizarán las tomografías sísmicas, previo al inicio de los trabajos.

El equipo geofísico para el estudio sísmico deberá estar compuesto por un equipo sismógrafo mínimo de 24 canales, cables de hidrófonos con separación de 5 y 10 m entre detectores, cables sísmicos con separación entre conectores mínimo de 15 m, disparadores (blaster) para la activación y sincronización de la señal sísmica.

#### *Tomografía eléctrica (ERT)*

El consultor deberá ejecutar un estudio geoeléctrico tomográfico con devolución de una sección 2D de georesistividad. La tomografía eléctrica de superficie tiene como objetivo la construcción de un modelo eléctrico bidimensional del subsuelo efectuando medidas de potencial eléctrico en consecuencia de la introducción de corriente eléctrica en el subsuelo.

Lo que es medido es la diferencia de potencial entre dos puntos de la superficie, trasladando lateralmente el cuadripolo que mide la resistividad. Para efectuar las medidas ERT se utilizaran 72 electrodos dispuestos a lo largo de un perfil.

La instrumentación debe incluir de los siguientes elementos:

- unidad de medida de los datos topográficos,
- adquisición de datos georesistivímetro,
- n° 72 electrodos.

#### *Ensayos de Laboratorio en muestras de roca*

La Supervisión seleccionará, las muestras representativas para los ensayos, pruebas y determinaciones de laboratorio siguientes:

- Peso de volumen (PV)
- Ensayo de compresión simple, monoaxial (MX)
- Ensayo de carga puntual (Point Load Test) (CP)
- Ensayo de compresión triaxial (TX)
- Ensayo de tracción Brasilero (TB)
- Corte directo sobre fracturas (CF)
- Abrasión de os Ángeles (LA)
- Análisis reactividad potencial (RP)

- Análisis petrográfico en lámina delgada (AP)

Ensayos de Laboratorio en muestras de suelos

- Peso Específico
- Granulometría
- Límites de consistencia
- Contenido de Humedad
- Hidrometría
- Corte Directo
- Triaxial

Caracterización química del agua subterránea

El Contratista deberá muestrear aguas subterráneas en pozo de sondeo y/o manantiales y caracterizar las aguas mediante análisis químico-físicas en laboratorio. El Contratista deberá analizar los siguientes parámetros: acidez (pH), conductividad eléctrica (CE), bicarbonatos ( $\text{CHCO}_3$ ), cloruros (Cl-), sulfatos (SO<sub>4</sub>), nitratos (NO<sub>3</sub>), calcio (Ca), magnesio (Mg), sodio (Na), potasio (K), hierro, manganeso, sílice, alcalinidad y dureza.

***Estación de monitoreo de vibraciones***

El Contratista deberá instalar una estación de monitoreo de vibraciones cerca del sitio de la presa en el Angosto del Chepete. La supervisión indicará la ubicación exacta. La estación estará compuesta de un vibrometro con geófono triaxial y micrófono de sobrepresión de aire. La estación se compone de una unidad base, fija, con capacidad de memoria 1000 eventos, y una unidad móvil para la descarga manual de datos.

Las especificaciones mínimas deben ser las siguientes:

- Geófono Triassiale DIN (1-315Hz) con cable y conector USB para conexión a PC
- Rango de movimiento: Desde 254 mm/s,
- Respuesta Estándar: ISEE o DIN 45669-1,
- Resolución: 0.00788 mm/s,
- Precisión (ISEE/DIN): +/- 5% ó 0.5 mm/s,
- Densidad del Transductor: 2.0 g/cc,
- Modalidad de registro de formas: Waveform,
- Activación sísmica: 0.13 a 254 mm/s,
- Activación acústica Lineal: 100 dB a 148 dB.

***Levantamiento geomecánico***

Conjuntamente a los trabajos de sondeos y geofísica, el Consultor deberá desarrollar un estudio detallado de los sistemas de fallas y fracturas observadas a la escala del afloramiento (macizo rocoso) definiendo las principales familias de discontinuidades que caracterizan el sector en estudio.

La descripción de las propiedades de los macizos rocosos se ajustará a los criterios geológico-estructurales tradicionales del levantamiento geológico y a los métodos y requerimientos determinados por el ISRM (*International Society for Rock Mechanics*, 1981).

Se ejecutarán levantamientos geomecánicos en correspondencia con los afloramientos rocosos principales, identificando las características geomecánicas de la roca (litología, estructura, resistencia, etc.) y de las discontinuidades. Las estructuras frágiles serán analizadas midiendo el rumbo y el buzamiento de los planos principales y secundarios relacionados; además serán definidas las características geométricas y geomecánicas de las juntas como alteración, presencia, espesor y el tipo de relleno en las fracturas o fallas, los indicadores cinemáticos, la presencia de agua, etc.

El Consultor realizará dos tipos de levantamientos geoestructurales y geomecánicos:

- levantamiento geoestructural puntual, cuyo objetivo es la identificación y caracterización de las principales familias de discontinuidad observadas a nivel del afloramiento rocoso;
- levantamiento geoestructural linear, para el estudio estadístico de todas las fracturas observadas en tramos predefinidos con longitud aproximada de 10-20m;

La descripción de las propiedades de los macizos rocosos se desarrollará de acuerdo con los métodos y requerimientos determinados por el ISRM (*International Society for Rock Mechanics*, 1981) y de los índices clarificativos de Palmstrom (2000-2005).

Para cada afloramiento se elaborará una ficha de descripción del levantamiento, incluyendo los datos geométricos medidos y las características geomecánicas identificadas, según lo que se indica a continuación:

- Datos generales del levantamiento (código del relieve, nombre del proyecto, fecha compilador, etc.);
- Ubicación del levantamiento estructural (coordenadas geográficas);
- Tipo de litología, foto del afloramiento y su descripción;
- Características de las familias de diaclasas según BDG-ISRM (1981), (dirección, buzamiento, espaciado, longitud, rugosidad, apertura, relleno y JRC);
- Representación de la orientación de los sistemas de diaclasas proyectadas en el estereograma de Schmidt;
- Tamaño de los bloques;
- Evaluación de la resistencia a compresión de las discontinuidades a través la realización de ensayos esclerométricos (Martillo de Schmidt)
- Aproximación cualitativa del rango de GSI del macizo rocoso y de la resistencia a compresión de la matriz rocosa.

El Consultor dedicará una atención especial a la caracterización de los sectores afectados por fallas y diaclasas. En cada relieve geoestructural el Consultor deberá evaluar a nivel

cualitativo el índice geomecánico del GSI característico (*Fabric Index*). La determinación del GSI se llevará a cabo aplicando los siguientes métodos en función del tipo de macizo rocoso:

- Clasificación de Marinos (2007 y siguientes) para macizo rocoso heterogéneo tipo FLysch;
- Clasificación de Hoek et Marinos, 2000, para macizo rocoso homogéneo y fracturado.

#### ***Ensayos esclerométricos con Martillo de Schmidt***

El ensayo con los martillos tipo Schmidt (SHT: *Schmidt Hammer Test*) es un método de pruebas no destructivas donde la lectura que se obtiene se denomina valor de rebote Schmidt. Es un método indirecto de determinación de la resistencia a la compresión simple del macizo rocoso. El Consultor deberá realizar una campaña sistemática de ensayos esclerométricos con Martillo de Schmidt (ISRM, 1981) sobre los afloramientos de rocas presentes.

### **6.3 INGENIERÍA DEL PROYECTO**

#### **6.4 COMPONENTE DE APROVECHAMIENTO CHEPETE**

La disposición general de las obras y la localización del Componente de Aprovechamiento Chepete se presentan en el Plano AN-CH-PL-003 y los cortes correspondientes en los planos del AN-CH-PL-004 al AN-CH-PL-010.

El Componente Chepete, se concibe bajo la idea de acumular la mayor cantidad de agua en un embalse establecido por el nivel máximo posible de inundación, que no genere afectaciones a los sitios sensibles desde un punto de vista ambiental y social aguas arriba.

Bajo este concepto y teniendo en cuenta las limitantes de la zona, tanto en su topografía como en su hidrología, aspectos geológicos y ambientales, el componente toma la forma que se describe a continuación.

Este aprovechamiento tiene la particularidad de que los caudales por rebose podrían ser aprovechados por una central paralela a la principal para la obtención de mayor energía a la pensada, y tomando en consideración que existen túneles utilizados en la etapa de desvío, se ve la posibilidad de colocar una casa de máquina de similares condiciones a la primera que aprovechen estas estructuras.

El aprovechamiento consiste en un aprovechamiento hidroeléctrico con embalse conformado por una presa a gravedad de hormigón rodillado que tiene su cresta en la cota 403m.s.n.m. En esta forma se tendrá un aprovechamiento con una gran capacidad de regulación y/o almacenamiento, el cual tendrá la máxima altura de carga para la producción de energía.

Los caudales que se requiere desviar durante la etapa de construcción, requieren la construcción de 5 túneles de 15.50m de diámetro hidráulico, los mismos que serán utilizados posteriormente como sistemas de carga y descarga, cambiando su tipología de circular a herradura y ensanchándose su diámetro de 15.50m a 20m o a 18.50m conforme se requiera.

Las bocatomas son sistemas sumergidos que su solera se localiza en la cota 298.85 m.s.n.m., que toman una forma determinada por aspectos topográficos. Para la rejilla se considera una separación entre barrotes de 0.10m.

Luego del paso por la rejilla el sistema de conducción inicia en un pozo de 15.5m de diámetro para luego conectarse en un túnel del mismo diámetro en sección herradura, hasta llegar a la casa de máquinas equipada con 8 turbinas tipo Francis de eje vertical ubicadas en la cota 231.87 m.s.n.m.

El sistema de descarga lo adopta uno de los túneles de desvío ensanchado a 20m en sección herradura hasta el punto de entrega de la última turbina, luego se unen dos túneles para dividir el caudal total y tratar de disminuir la velocidad de entrega a valores inferiores a 3m/s.

### *Aspectos básicos de diseño*

Todos los diseños y dimensionamientos consideran los estándares normales de seguridad y salubridad, cumplen con los requisitos de protección del medio ambiente, y satisfacen las leyes y reglamentos aplicables a obras similares en tipo y en magnitud.

Se diseñarán todas las estructuras que conforman el aprovechamiento. Además, se ejecutarán los estudios requeridos, de conformidad con los Términos de Referencia y la Propuesta Técnico – económica, para lograr la interconexión con Brasil.

El diseño de los caminos permanentes tendrá como objeto facilitar el acceso a las obras principales del aprovechamiento, como son: presa, casa de máquinas, estructuras de toma, ventanas de acceso a los túneles, subestación y patio de maniobras etc.

Los diseños de la casa de máquinas y otros edificios permanentes serán consistentes con el ámbito natural de entorno y su apariencia arquitectónica será acorde con su función.

El diseño de cada una de las estructuras principales considerará las facilidades para su respectiva inspección regular y para su mantenimiento adecuado durante la vida útil.

### *Unidades y sistema de medición*

En el diseño del aprovechamiento se utilizará el sistema internacional de unidades SI (Standard Internacional). Este sistema se desarrolla en base a la unidad de masa denominada kilogramo (kg), a la unidad de longitud metro (m) y a la unidad de tiempo segundo (s).

Como ejemplo, entre las principales magnitudes derivadas se tiene: la unidad de fuerza Newton (N), la unidad de presión, el megapascal (MPa), la unidad de trabajo, el Joule (J) y la unidad de potencia, el Watio (W). Los ángulos serán medidos en el sistema sexagesimal.

En todas las obras del aprovechamiento, la ubicación geográfica se fundamentará en el sistema de coordenadas de referencia Universal Transversal de Mercator (UTM), definido por el Instituto Geográfico. Todos los planos serán referenciados a este sistema e incluirán escalas gráficas apropiadas.

### ***Normas***

Todos los diseños, incluyendo los materiales y métodos utilizados, tomarán en consideración una o varias normas reconocidas internacionalmente. Las características técnicas principales de los equipos serán indicadas en las Especificaciones técnicas específicas.

Por definición estas normas provienen o han sido desarrolladas y recomendadas por organismos tales como:

#### ***Normas de Ingeniería Mecánica***

- ISO International Organization for Standardization
- ASTM American Society for Testing and Materials
- ASME American Society of Mechanical Engineers
- ANSI American National Standards Institute
- AWS American Welding Society.
- AWWA American Water Works Association
- AASHTO American Standard Specifications for Highway Bridges
- CECT Comité Europeen de la Chaudronnerie et de la Tolerie
- DIN Deutsches Institut für Normung
- USBR U.S. Bureau of Reclamation
- NFPA National Fire Protection Association
- AISC American Institute of Steel Construction
- ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas
- NBR Norma Brasileña

#### ***Normas de Ingeniería Civil***

- ISO International Organization for Standardization
- ASTM American Society for Testing and Materials
- DIN Deutsches Institut für Normung
- USBR U.S. Bureau of Reclamation
- UBC Uniform Building Code
- IAHR International Association for Hydraulic Research
- ASCE American Society of Civil Engineers

- ACI American Concrete Institute
- ICOLD International Committee of Large Dams
- AISC American Institute of Steel Construction
- AASHTO American Standard Specifications for Highway Bridges
- USACE Normas y procedimientos empleados para el análisis dinámico de la presa, Cuerpo de Ingenieros de USA
- EUROCODIGOS Normas Europeas redactadas por el Comité Europeo de Normalización (CEN), en particular
  - Eurocódigo 0: Bases de Diseño Estructural (EN 1990).
  - Eurocódigo 1: Acciones sobre las Estructuras (EN 1991).
  - Eurocódigo 2: Diseño de Estructuras de Hormigón (EN 1992).
  - Eurocódigo 3: Diseño de Estructuras de Acero (EN 1993).
  - Eurocódigo 4: Diseño de Estructuras Mixtas de Acero y Hormigón (EN 1994).
  - Eurocódigo 7: Diseño Geotécnico (EN 1997).
  - Eurocódigo 8: Diseño Sísmico de Estructuras (EN 1998).

#### Normas para los Diseños Arquitectónicos

- NEUFERT Arte de proyectar en Arquitectura

#### Normas de Ingeniería Eléctrica

- BS British Standards
- EN European Standard
- EEI Edison Electric Institute
- ICEA Insulated Cable Engineers Association
- IEC International Electrotechnical Commission
- IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers
- NBS National Bureau of Standards
- NEC National Electrical Code
- NEMA National Electrical Manufacturers Associations
- NESC National Electrical Safety Code
- US HEC US Corps of Engineers, Hydraulic Engineering Center
- VDE Verein Deutsche Elektrotechnik

#### **Presa**

#### Salto en Esquí y cuenco disipador

Para el control de crecidas el Componente de Aprovechamiento Chepete, está constituido por un vertedor libre de 265m de longitud en su coronación, el mismo que conduce el agua

por una rápida y disipa su energía con un salto en esquí que conduce el flujo vertido en un cuenco amortiguador.

#### Características de la Presa y vertedor Chepete

• Altura de la presa	183m
• Tipo de presa	gravedad
• Material	CCR
• Talud aguas arriba (H:V)	0.20:1
• Talud aguas abajo (H:V)	0.075:1
• Longitud del vertedor	265m
• Tipo de vertedor	libre
• Cota de salida del salto de esquí	315.25 msnm
• Caudal de diseño	17956.36 m <sup>3</sup> /s
• Tiempo de retorno	10000 años
• Nivel máximo extraordinario	400 msnm
• Nivel normal de operación	390 msnm
• Nivel mínimo de operación	321.35 msnm
• Nivel muerto	298.85 msnm

En consideración que la presa se proyectó en hormigón compactado con rodillo RCC, Será necesario contar con un experto en este tipo de presas, con el fin de plantear y ejecutar un programa de investigaciones de materiales que se emplearían en la construcción de esta obra. Así como el programa de construcción de la presa y de las ataguías proyectadas en RCC, con el fin de determinar la capacidad de la planta de hormigonado y los equipos de transporte, colocación y compactación.

Con el fin de verificar que el lanzamiento del chorro aguas abajo de la presa no genera inestabilidad en la misma y que la profundidad de socavación este controlada dentro de un cuenco amortiguador de ser el caso, se requiere la realización de un modelo físico a escala reducida de tal manera se pueda ver el efecto del salto en la parte baja de la presa.

La disipación de la energía será por medio de un salto en “esquí”, que descargará a un cuenco pre-excavado en el lecho del río, para lo que será necesario verificar la necesidad de retirar la capa de material aluvial.

Las características geométricas del deflector, que incluye el radio de curvatura, se obtienen en función de la velocidad al pie de la rápida (que depende de la diferencia de altura hasta el pie de la rápida) y de la profundidad de agua evaluada en de esta sección. La configuración geométrica de esta estructura sigue las recomendaciones técnicas de la ASCE y del USBR.

El alcance y la zona de impacto del chorro de salida desde el salto en esquí se determinan considerando el movimiento parabólico del flujo de agua, sin efecto de la resistencia del aire. Existen las relaciones empíricas para la corrección de los valores obtenido con la

descarga libre y que serán también consideradas para el análisis, tales como: (i) de la CFE, Méjico; (ii) Elevatorsky; (iii) Kawakami con y sin resistencia de aire; y (iv) del US Corps of Engineers.

#### Desagüe de medio fondo

Un sistema de control del embalse tanto en épocas de crecida como en momentos de mantenimiento los desagües de medio fondo constituyen estructuras que permiten abatir el nivel del embalse.

El diseño del desagüe de medio fondo debe considerar su funcionamiento como orificio, durante la fase inicial de vaciado del embalse, y a flujo libre durante el lavado de los sedimentos. En caso de presentarse eventos extraordinarios, se ha previsto que esta obra actúe como aliviadero de emergencia para el manejo de estos caudales. La posibilidad de que tales eventos sucedan por razones hidrológicas es muy remota, y la mayor probabilidad de ocurrencia está relacionada con represamientos del río.

Para revisar la sección de cada uno de los ductos que conforman el desagüe de fondo se trabajará con los caudales de lavado adoptados, buscando condiciones adecuadas de funcionamiento.

Para el manejo de crecidas el desagüe de medio fondo funcionará a presión con las compuertas 100 % abiertas. En el cálculo se consideran las pérdidas por fricción máximas y las pérdidas locales.

Para el abatimiento del nivel, previo al lavado del embalse, el flujo será controlado por la compuerta radial ubicada en la parte final del ducto. Se deberá verificar que la velocidad máxima de circulación, para esta forma de funcionamiento, sea igual o menor a 20 m/s durante la operación normal de los ductos.

El CONSULTOR deberá comprobar el funcionamiento del desagüe de fondo a través de la simulación matemática donde estará implantada la presa, partiendo de una sección localizada 200 m aguas arriba del eje de la presa y terminando 250 m aguas abajo. Para el modelo se empleará la topografía de las secciones existentes del aprovechamiento y los valores de los coeficientes de rugosidad estimados para el río.

La modelación se podrá realizar mediante el programa computacional HEC RAS o sus similares; el cual permite conocer las principales características hidráulicas del tramo de río a ser analizado.

Es importante que la ubicación de estos sistemas de desfogue sea el adecuado, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Evitar el taponamiento de los desagües con sedimentos
- Verificar el nivel mínimo de sumergencia de la bocatoma
- Laminación de crecidas – combinación vertedero, desagües de fondo
- Alcance del chorro a la salida y disipación de la energía del flujo.

- Sistema de aireación

#### Características desagüe de medio fondo

• Número de desagües	3
• Nivel de los desagües	298.85 msnm
• Longitud	44 m
• Base y altura	4 x 6.5 m
• Sistema de control	compuertas planas y compuertas radiales
• Diámetro del conducto de aire	1.98 m

#### **Túneles**

##### Descarga de Fondo

Los procedimientos de operación de embalses solicitan que el llenado del mismo sea de manera gradual por día, por lo cual es necesario tener un sistema de descarga que controle dicho llenado, además de ser un posible mecanismo de lavado de sedimentos de fondo.

Con el fin de cumplir dichos objetivos se cree oportuno utilizar el tercer túnel de margen derecha, el mismo que deberá ser analizado tanto en su recubrimiento como el equipo hidrodinámico necesario y funcional para este fin.

##### Características túnel

• Número de túneles	1
• Sección	circular
• Diámetro	15.5m
• Pendiente	0.25%
• Coeficiente de manning	0.016
• Longitud	1057.81m

#### **Casa de máquinas y descarga**

##### Dimensionamiento de la Casa de Máquinas

Las dimensiones de la casa de máquinas se establecerán de acuerdo con las dimensiones de los equipos turbogeneradores y demás equipos auxiliares. Adicionalmente contará con una sala de montaje, y salas de operación y control, bodega, salón de reuniones, entre otros.

##### Dimensionamiento turbinas

La turbina suministrada bajo estas especificaciones será de reacción del tipo Francis de eje vertical.

La unidad debe estar diseñada para proporcionar una operación estable a cualquier condición, incluyendo variaciones en la caída, nivel de restitución y carga; libre de resonancias y vibraciones.

Se aplicarán recomendaciones especializadas aplicables para el diseño consideradas en la buena práctica de la ingeniería y el estado actual de la tecnología en la hidroelectricidad, complementada con experiencias en el sector eléctrico boliviano y a nivel internacional las cuales constan en la bibliografía especializada en revistas técnicas y manuales de fabricantes. Las normativas se deberán incluir en las referencias a especificaciones de materiales, criterios de diseño particularizados, datos y condiciones de diseños, los cuales se aplicarán durante el proceso de diseños definitivos y se incluirán en las especificaciones técnicas como documentos precontractuales.

#### Características casa de máquinas

• Tipo de casa de máquinas	caverna
• Número de equipo turbo generador	8
• Tipo de turbinas	Francis de eje vertical
• Caudal de diseño por turbina	161.75 m <sup>3</sup> /s
• Nivel eje de las turbinas	231.87 msnm
• Nivel de descarga 1 turbina	241.87 msnm
• Nivel de descarga 8 turbinas	242.27 msnm

#### Estudio de transientes

El CONSULTOR realizará un estudio de transientes y de estabilidad de las centrales, utilizando un programa de computador adecuado para este fin, que permita simular diferentes maniobras de posible ocurrencia durante la operación del aprovechamiento, y que permita diseñar las medidas de protección que se requiera.

El sistema de conducción debe ser diseñado de tal manera que resista las presiones que se producen por las posibles fluctuaciones de presión causadas por los cambios de caudal durante las maniobras de arranque, parada y cambios de potencia de las unidades de generación que se pueden presentar en cualquier momento de la vida del aprovechamiento. Estas fluctuaciones pueden generar sobrepresiones, así como subpresiones La presencia de estas sobrepresiones o subpresiones requiere que se diseñe sistemas que absorban dichas variaciones como chimeneas de equilibrio, cámaras de aire, válvulas de alivio, incremento de diámetros o sistemas de control en las turbinas.

El Componente de Aprovechamiento Chepete, está constituido por dos centrales cada una alimentada por un túnel que alimenta a 8 turbinas tipo Francis. Dentro del estudio hidráulico se estableció que bajo las condiciones actuales y el dimensionamiento que se posee de las turbinas, no se requiere chimenea de equilibrio, pero será necesario verificar nuevamente la condición de presiones toda vez que se posea las dimensiones finales de los equipos turbo generadores, así como las dimensiones de los conductos.

El CONSULTOR efectuará los cálculos de las sobrepresiones, caídas de presión, las correspondientes variaciones de las velocidades considerando los niveles máximos, mínimos y de diseño del embalse tanto en el rechazo como en la toma de carga del 100% al 0% y viceversa y sus intervalos considerados normales.

Como parte del análisis se tomará en cuenta también el dimensionamiento final de las secciones de los túneles y tuberías de presión que definirán su comportamiento hidráulico.

En el diseño final se efectuarán los estudios hidrodinámicos para definir el comportamiento del sistema hidráulico de la conducción y las unidades de generación. Entre otros fines, el estudio hidrodinámico incluirá los siguientes elementos, pero sin limitarse a ello:

- Definición de las características del sistema de conducción, incluyendo la definición del tiempo de la columna de agua en dicho sistema, de tal manera que se asegure la estabilidad del sistema.
- Definición de las características de las partes rotantes de las unidades de generación, incluyendo su inercia, y definiendo el tiempo de máquina.
- Simulación de la operación de una unidad y más unidades de generación para definir lo siguiente:
- La operación normal de la(s) unidad(es) con el caudal nominal de diseño y el caudal máximo.
- La condición normal de rechazo de carga (unit trip-out) para establecer los siguientes límites: Sobrepresión en el sistema de conducción, sobrevelocidad del generador.

#### Descarga casa de máquinas

Como se tiene conocimiento el Componente de Aprovechamiento Chepete, está constituido por dos centrales equipadas con turbinas Francis de eje vertical las mismas que podrán funcionar simultáneamente o por separado.

Al estar las casa de máquinas equipadas con turbinas Francis será necesario controlar tanto la velocidad de descarga del flujo como la altura de sumergencia de las máquinas, por lo cual es necesario realizar la siguiente revisión en las etapas posteriores de diseño:

- Perfil de flujo en condiciones naturales para los diferentes caudales de verificación, tomando en consideración tanto la última topografía como las batimetrías existentes y por desarrollar.
- Una vez conocidas las dimensiones de los equipos turbo generadores, determinar los niveles de descarga
- Conocer los diferentes escenarios de operación de las dos centrales con el fin de determinar estados críticos de descarga.
- Modelar el sistema para los escenarios establecidos anteriormente y verificar los niveles de sumergencia y descarga.

Adicionalmente se deben analizar las condiciones de entrega del caudal turbinado, desde la casa de máquinas a la entrega del río.

El trazado del túnel de restitución deberá ser seleccionado atendiendo a las condiciones topográficas, así como a las características de la margen del río y del cauce en el sitio de descarga.

De manera general, la diferencia de nivel entre la salida de la casa de máquinas y los niveles máximos de superficie libre del agua en el río definirán la pendiente longitudinal de esta estructura, o en su defecto, la necesidad de una estructura especial de descarga, disipación de energía y entrega del flujo al cauce natural.

Si el desnivel es grande se definirá una geometría para el túnel de restitución, cumpliendo siempre con los rangos de velocidades máximas y mínimas en conducciones, y se planteará alguna obra de descenso y disipación de energía, previa a su entrega en el cauce natural. La zona de descarga será protegida por enrocado, en función de las velocidades máximas esperadas.

La velocidad menor a los 4 m/s se selecciona en razón de mantener el valor de las pérdidas de energía por fricción en rangos aceptables.

#### Características descarga casa de máquinas

- |                           |                      |
|---------------------------|----------------------|
| • Tipo de descarga        | por túneles          |
| • Sección de los túneles  | herradura            |
| • Diámetro de la sección  | 18.5m                |
| • Longitud de la descarga | aproximadamente 450m |

#### **Estructuras adicionales**

##### *Conservación de cuencas hidrográficas*

Revisando la información sedimentológica de la cuenca del río Beni hasta la estación de Rurrenabaque se determina que la cantidad de sedimentos que se transportan por este cauce es considerable, motivo por el cual se ha visto la necesidad de establecer un mecanismo de conservación de la cuenca alta.

Con este fin es necesario establecer mecanismos que controlen la rapidez de erosión de los taludes de los cauces tributarios y hasta el mismo cauce, para lo cual es importante realizar un reconocimiento de aquellas zonas de mayor erosibilidad tanto en los tributarios como en el cauce principal, verificando la estabilidad de las laderas y el tipo de movimiento del agua en diferentes puntos.

El Consultor deberá elaborar una propuesta de un plan de manejo integral de cuencas que incluya propuestas concretas para el control principalmente de la erosión y arrastre de sedimentos. El mismo deberá incluir una tipología de obras propuestas en función de las características de cada cuenca.

Será necesario contar con expertos en forestación que estudien la posibilidad de introducir especies nativas de la zona en aquellas zonas donde se vea la oportunidad de reforestación.

Por otro lado, se debe comprobar la posibilidad de ubicar sitios de control de sedimentos de fondo, donde se genere barreras de flujo, tal que permitan la retención de sedimentos tras dichas barreras, disminuyendo el paso del material a la zona de captación del aprovechamiento.

Dichas barreras deberán ser diseñadas de tal manera que sean estables y no se conviertan en una obstrucción para el flujo, es decir que se deberá controlar la altura de dichas estructuras y por lo tanto la estabilidad bajo la condición de azolve, además de establecer el diseño para la condición de llenado del embalse cuando la presencia de estas barreras conforma gradas dentro del cauce.

#### *Estructuras para peces*

Dentro del cauce del río Beni hay la presencia de una variedad importante de peces migratorios, los mismos que requieren estructuras que les permitan transitar así aguas arriba, sorteando la presencia de las estructuras de cierre del cauce.

Para el Componente de Aprovechamiento Chepete, se ha visualizado la opción de ubicar un elevador de peces cientos de metros aguas abajo del aprovechamiento conectándose con un canal que los lleve hasta la cresta del embalse.

Para lograr tal objetivo será necesario contar con la experiencia y conocimiento de un biólogo que determine el tipo de especies y los hábitos de dichas especies, con lo cual se puede dimensionar las estructuras requeridas.

Es decir que se debe ajustar los diseños al libre tránsito de las especies de tal forma que las características hidráulicas como velocidad, calado, zonas de recirculación, disipación, orificios, tabiques y demás cumplan con las recomendaciones de la bibliografía especializada.

#### *Vías de acceso*

El desarrollo del estudio de identificación del Proyecto Hidroeléctrico El Bala se ha detectado que la vía de acceso al aprovechamiento Chepete, requiere un camino de aproximadamente 145km, de los cuales 120km se ubican fuera de la Reserva de la biosfera y tierra comunitaria de origen Pilón Lajas, y los 25km restantes están dentro de la reserva.

Para el diseño de dicha vía, es necesario obtener una faja topográfica a escala adecuada por el eje, con el fin de desarrollar el diseño a mayor detalle para poder observar aquellas particularidades.

Con el fin de evitar los 25km de vía dentro de la reserva Pilón Lajas, se requiere analizar la posibilidad de realizar un puerto en las cercanías de la población de Sapecho, otro puerto en la zona del Componente de Aprovechamiento Chepete y finalmente diseñar una barcaza

que tenga la capacidad de transportar todos aquellos recursos requeridos para la construcción.

## 6.5 COMPONENTE BALA

Se denomina “Bala Bajo” dado que se limita el nivel del espejo de agua, máximo en la cota 220m.s.n.m. Esta cota es seleccionada teniendo en cuenta dos restricciones:

- la cota de la superficie libre del agua para la inundación máxima observada de la zona (esta cota corresponde a la cota alcanzada durante la crecida máxima registrada en las últimas décadas); y,
- que el nivel del embalse no interfiera con el nivel de la descarga del Componente hidroeléctrico en el Angosto de Chepete.

El aprovechamiento “Bala Bajo” se propone como una central hidroeléctrica “de pasada” (a filo de agua); es decir, el embalse no tiene capacidad de regulación y/o de almacenamiento. La función del cierre del curso natural es la de elevar la cota del agua lo suficiente para que exista diferencia de nivel entre las secciones de aguas arriba y la de aguas abajo, y poder así generar energía. La disposición general de las obras y su localización se presenta en el plano 3266-AN-BA-PL-003 y los cortes correspondientes se presentan en los planos 3266-AN-BA-PL-004 y 005.

Esta componente consta de:

- 12 compuertas planas, tipo stoplog, para control de ingreso del agua hacia las turbinas
- 12 compuertas planas, tipo stoplog, para control salida del agua de las turbinas
- 12 turbinas tipo Bulbo, de eje horizontal
- 11 Compuertas planas de guardia de 15 m x 20 m, frente a las compuertas radiales
- 11 Compuertas radiales de 15 m x 20 m, que se encargan de mantener el nivel máximo del agua en la cota 220 m.s.n.m. En condiciones de crecidas, las compuertas permiten el paso del caudal de crecida; en la posición de compuertas totalmente abiertas permiten el paso del caudal pico de la crecida de diseño considerada

El desarrollo de este componente requiere de un ancho en el río Beni, mayor que aquél que se dispone en el angosto El Bala; de tal modo que todo el caudal de crecida transite por la sección transversal que puede quedar libre (zona de compuertas radiales) y, adicionalmente, por el ancho requerido para disponer las turbinas, que deben estar ubicadas en el cauce natural. Por estos motivos, este componente propone la ubicación del cierre aguas abajo del angosto, cerca del lugar donde se encuentra la Regla 2 del SENAMHI.

En consideración del ancho total que requiere el cierre, su construcción se lo realizaría mediante cierres parciales a medida que progresara su construcción. Este proceso puede

representar un costo menor de la obra, por el ahorro que significaría la no construcción de importantes obras de desvío.

Como se mencionó, una de las consideraciones para el desarrollo de este componente es la restricción de que los niveles de aguas arriba no interfieran con los niveles de la descarga en el Angosto de Chepete; esto es, que este componente forma parte de un sistema hidroeléctrico en cascada con centrales hidroeléctricas en los sectores de Chepete y de El Bala.

Dada la magnitud del aprovechamiento en el Angosto de Chepete, se prevé construir primero ésta Central, para aprovechar que la producción de energía es mayor y se pueden tener mayores réditos anticipadamente. Por esta razón, el aprovechamiento “Bala Bajo” se plantea bajo la hipótesis de que la Central en Chepete está construida y que, en el sector del Bala se tendrían los caudales regulados descargados desde el Chepete más los caudales generados en la zona intermedia entre los angostos de Chepete y El Bala.

### ***Aspectos básicos de diseño***

Todos los diseños y dimensionamientos consideran los estándares normales de seguridad y salubridad, cumplen con los requisitos de protección del medio ambiente, y satisfacen las leyes y reglamentos aplicables a obras similares en tipo y en magnitud.

Se diseñarán todas las estructuras que conforman el aprovechamiento. Además, se ejecutarán los estudios requeridos, de conformidad con los Términos de Referencia y la Propuesta Técnico – económica, para lograr la interconexión con Brasil.

El diseño de los caminos permanentes tendrá como objeto facilitar el acceso a las obras principales del aprovechamiento, como son: presa, casa de máquinas, estructuras de toma, chimenea de equilibrio, ventanas de acceso a los túneles, etc.

Los diseños de la casa de máquinas y otros edificios permanentes serán consistentes con el ámbito natural de entorno y su apariencia arquitectónica será acorde con su función.

El diseño de cada una de las estructuras principales considerará las facilidades para su respectiva inspección regular y para su mantenimiento adecuado durante la vida útil.

### ***Unidades y sistema de medición***

En el diseño del aprovechamiento se utilizará el sistema internacional de unidades SI (Standard Internacional). Este sistema se desarrolla en base a la unidad de masa denominada kilogramo (kg), a la unidad de longitud metro (m) y a la unidad de tiempo segundo (s).

Como ejemplo, entre las principales magnitudes derivadas se tiene: la unidad de fuerza Newton (N), la unidad de presión, el megapascal (MPa), la unidad de trabajo, el Joule (J) y la unidad de potencia, el Watio (W). Los ángulos serán medidos en el sistema sexagesimal.

En todas las obras del aprovechamiento, la ubicación geográfica se fundamentará en el sistema de coordenadas de referencia Universal Transversal de Mercator (UTM), definido por el Instituto Geográfico. Todos los planos serán referenciados a este sistema e incluirán escalas gráficas apropiadas.

### ***Normas***

Todos los diseños, incluyendo los materiales y métodos utilizados, tomarán en consideración una o varias normas reconocidas internacionalmente. Las características técnicas principales de los equipos serán indicadas en las Especificaciones técnicas específicas.

Por definición estas normas provienen o han sido desarrolladas y recomendadas por organismos tales como:

#### ***Normas De Ingeniería Mecánica***

- ISO International Organization for Standardization
- ASTM American Society for Testing and Materials
- ASME American Society of Mechanical Engineers
- ANSI American National Standards Institute
- AWS American Welding Society.
- AWWA American Water Works Association
- AASHTO American Standard Specifications for Highway Bridges
- CECT Comité Europeen de la Chaudronnerie et de la Tolerie
- DIN Deutsches Institut für Normung
- USBR U.S. Bureau of Reclamation
- NFPA National Fire Protection Association
- AISC American Institute of Steel Construction
- ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas
- NBR Norma Brasileña

#### ***Normas De Ingeniería Civil***

- ISO International Organization for Standardization
- ASTM American Society for Testing and Materials
- DIN Deutsches Institut für Normung
- USBR U.S. Bureau of Reclamation
- UBC Uniform Building Code
- IAHR International Association for Hydraulic Research
- ASCE American Society of Civil Engineers
- ACI American Concrete Institute
- ICOLD International Committee of Large Dams
- AISC American Institute of Steel Construction
- AASHTO American Standard Specifications for Highway Bridges

- USACE Normas y procedimientos empleados para el análisis dinámico de la presa, Cuerpo de Ingenieros de USA
- EUROCODIGOS Normas Europeas redactadas por el Comité Europeo de Normalización (CEN), en particular
  - Eurocódigo 0: Bases de Diseño Estructural (EN 1990).
  - Eurocódigo 1: Acciones sobre las Estructuras (EN 1991).
  - Eurocódigo 2: Diseño de Estructuras de Hormigón (EN 1992).
  - Eurocódigo 3: Diseño de Estructuras de Acero (EN 1993).
  - Eurocódigo 4: Diseño de Estructuras Mixtas de Acero y Hormigón (EN 1994).
  - Eurocódigo 7: Diseño Geotécnico (EN 1997).
  - Eurocódigo 8: Diseño Sísmico de Estructuras (EN 1998).

#### Normas Para Los Diseños Arquitectónicos

- NEUFERT Arte de proyectar en Arquitectura

#### Normas De Ingeniería Eléctrica

- BS British Standards
- EN European Standard
- EEI Edison Electric Institute
- ICEA Insulated Cable Engineers Association
- IEC International Electrotechnical Commission
- IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers
- NBS National Bureau of Standards
- NEC National Electrical Code
- NEMA National Electrical Manufacturers Associations
- NESC National Electrical Safety Code
- US HEC US Corps of Engineers, Hydraulic Engineering Center
- VDE Verein Deutsche Elecktrotechnik

#### **Cierre**

El Componente de Aprovechamiento Bala, está constituido por un complejo de turbinas y compuertas radiales, las cuales abarcan tanto la zona del cauce como parte del talud de margen derecha.

#### Característica del cierre

• Sistema de control de excedencias	compuertas radiales
• Número de compuertas	11
• Ancho por altura de las compuertas	15x20 m
• Caudal de excedencia	29,238 m <sup>3</sup> /s
• Tiempo de retorno	10000 años

• Tipo de turbinas	Bulbo
• Número de turbinas	12
• Compuertas de control	planas
• Ancho por altura de las compuertas	12x12 m
• Nivel máximo	220 msnm
• Nivel de operación	218.5 msnm
• Nivel del eje de las turbinas	184.31 msnm

### ***Casa de máquinas y descarga***

#### **Dimensionamiento de la Casa de Máquinas**

Las dimensiones de la casa de máquinas se establecerán de acuerdo con las dimensiones de los equipos turbogeneradores y demás equipos auxiliares. Adicionalmente contará con una sala de montaje, y salas de operación y control, bodega, salón de reuniones, entre otros.

#### **Dimensionamiento turbinas**

La turbina suministrada bajo estas especificaciones será de reacción del tipo Bulbo.

La unidad debe estar diseñada para proporcionar una operación estable a cualquier condición, incluyendo variaciones en la caída, nivel de restitución y carga; libre de resonancias y vibraciones.

Se aplicarán recomendaciones especializadas aplicables para el diseño consideradas en la buena práctica de la ingeniería y el estado actual de la tecnología en la hidroelectricidad, complementada con experiencias en el sector eléctrico boliviano y a nivel internacional las cuales constan en la bibliografía especializada en revistas técnicas y manuales de fabricantes. Las normativas se deberán incluir en las referencias a especificaciones de materiales, criterios de diseño particularizados, datos y condiciones de diseños, los cuales se aplicarán durante el proceso de diseños definitivos y se incluirán en las especificaciones técnicas como documentos precontractuales.

### ***Estructuras adicionales***

#### **Estructura para navegabilidad**

Para el Componente de Aprovechamiento Bala, se ha previsto el desarrollo de esclusas para controlar la navegabilidad en esta zona.

#### **Estructura para peces**

Dentro del cauce del río Beni existe la presencia de una variedad importante de peces migratorios, los mismos que requieren estructuras que les permitan transitar así aguas arriba, sorteando la presencia de las estructuras de cierre del cauce.

Para lograr tal objetivo será necesario contar con la experiencia y conocimiento de un biólogo que determine el tipo de especies y los hábitos de dichas especies, con lo cual se puede dimensionar las estructuras requeridas.

Es decir que se debe ajustar los diseños al libre tránsito de las especies de tal forma que las características hidráulicas como velocidad, calado, zonas de recirculación, disipación, orificios, tabiques y demás cumplan con las recomendaciones de la bibliografía referente.

#### *Vías de acceso*

El desarrollo del estudio de identificación del Proyecto Hidroeléctrico El Bala se ha detectado que la vía de acceso al componente Bala 220, requiere un camino de aproximadamente 25km, los cuales se ubican dentro de la Reserva de la biosfera y tierra comunitaria de origen Pilón Lajas.

Para el diseño de dicha vía, es necesario obtener una faja topográfica a escala adecuada por el eje, con el fin de desarrollar el diseño para poder observar aquellas particularidades sujetas a dicha vía.

Con el fin de evitar los 25km de vía dentro de la reserva Pilón Lajas, se requiere analizar la posibilidad de realizar un puerto en las cercanías de la población de Sapecho, otro puerto en la zona del Componente de Aprovechamiento Bala y finalmente diseñar una barcaza que tenga la capacidad de transportar todos aquellos recursos requeridos para la construcción.

#### **6.6 DISEÑO DE OBRAS COMPLEMENTARIAS**

Se deberá incluir, además, el diseño final constructivo (arquitectónico y de ubicación) para implementación de las demás edificaciones del proyecto, como ser: administración, talleres, almacenes, vivienda, áreas de esparcimiento y actividades sociales del personal de operación y mantenimiento, además de Construcciones e Instalaciones de Interacción Social y Cultural Comunitaria.

El Consultor para la determinación de las necesidades de infraestructura definirá, en coordinación con el Cliente, el número y funciones del personal de operación, mantenimiento y de servicios que serán requeridos.

El costo de inversión para la construcción de estas áreas, también deberán ser estimados e incluidos dentro del presupuesto general.

Se deberán presentar memorias justificativas y de cálculo, así como planos de disposición general, cortes, detalles y cantidades de obra

### ***Caminos de acceso***

Tomando como base los caminos de acceso actualmente existentes, el Consultor deberá realizar, el diseño final de los diferentes caminos de acceso a las obras incluidas dentro del alcance de presente estudio, los mismos que deberán ser previstos tanto para la etapa de construcción y para la etapa de operación y mantenimiento.

Se deberán presentar memorias de cálculo y justificativas, así como planos de perfiles longitudinales y transversales, acordes con el nivel de ingeniería definitiva.

### ***Diseño de logística para transporte***

En consideración de la presencia de áreas de reserva y parques en el área de influencia del Proyecto, el Consultor deberá realizar el análisis y diseño de la logística para transporte de materiales, equipamiento y personal, durante las etapas de construcción, montaje y operación del proyecto, enfocado a la procura de un menor impacto ambiental.

Las actividades correspondientes a la ejecución de este estudio, se deberán desarrollar en base a información de fuentes secundarias, con la cual se propondrán al menos tres alternativas las cuales deberán considerar necesariamente rutas fluviales, las que serán comparadas en base a criterios técnicos económicos y ambientales.

## **6.7 ESTUDIOS SOCIOECONÓMICOS Y FINANCIEROS**

### ***Evaluación socioeconómica del proyecto que permita determinar la conveniencia de su ejecución***

El análisis económico y social considerará por una parte los costos del proyecto, sin importar las fuentes de financiamiento; a su vez, los beneficios estimados a partir del análisis del mercado. Los resultados de este análisis en cambio permitirán demostrar cuan rentable es el proyecto para el conjunto de la sociedad del área de influencia del proyecto.

La dimensión socioeconómica constituye un parámetro importante, puesto que, si bien las soluciones de los problemas sociales son integrales, sin embargo, la implementación de este proyecto por parte del Cliente estaría contribuyendo a satisfacer una necesidad de interés general, insuficiencia del recurso energético para satisfacer la demanda doméstica, desarrollar actividades industriales, comerciales e institucionales, de manera permanente.

Las transferencias dentro de una sociedad, de una entidad a otra, tales como el pago de impuestos, (transferencia de un productor o consumidor al gobierno) o el pago de un salario a la mano de obra que está por encima del valor de su producto marginal (transferencia de los productores a los trabajadores), no representan ni costos ni beneficios para el conjunto de la sociedad. Cuando se agrupa la colectividad nacional, las transferencias entran por un lado con un signo negativo (costo) y por otro, con signo positivo (ingreso). Solo representan el traslado de dineros de un bolsillo a otro, dentro de la sociedad, y así, no son relevantes para la evaluación económica de un proyecto. La identificación del flujo de

beneficios y costos para la evaluación económica, tendrá que realizarse indagando si el proyecto genera un impacto para el conjunto de entidades que componen la economía o sociedad.

La cuantificación de los costos y beneficios económicos requiere no solo el manejo de técnicas contables, sino también el conocimiento de aspectos de la teoría económica, específicamente aquellos relacionados con la determinación de la oferta, la demanda de bienes y servicios.

Definida la evaluación económica del proyecto, el papel del evaluador se circscribe entonces a:

- Identificación de los impactos del proyecto sobre los elementos de la función de bienestar.
- Asignación de valor a cada impacto, a través de la estimación de las utilidades marginales de cada elemento de la función de bienestar.
- Realizar un descuento intertemporal de los impactos en diferentes momentos del tiempo, es decir la estimación de criterios de evaluación: el valor presente neto económico (VPNE) y/o la tasa interna de retorno económico (TIRE).

Este principio forma la base de la evaluación económica: si el valor de los beneficios excede el de los recursos sacrificados debido a la ejecución del proyecto, los beneficiarios podrían compensar a los que pagan los costos (o efectos negativos del proyecto) y todavía tendrían una ganancia para ellos. La diferencia entre los beneficios de los ganadores y la compensación requerida para los perdedores representa el beneficio neto del proyecto.

### ***Costos económicos***

Los costos estimados a precios de mercado deberán transformarse a precios económicos mediante la utilización de precios sombra, para ello el consultor determinará los precios sombra, relevantes para el proyecto con base en la información disponible y más actualizada. Se utilizará en este contexto la normatividad vigente en Bolivia.

Para la estimación de los costos económicos es preciso partir de las respectivas fórmulas polinómicas y cuadrillas tipo, éste análisis para la etapa de factibilidad no puede exceder un 25% de variabilidad entre el costo estimado y el costo real.

### ***Beneficios económicos***

Los beneficios que un proyecto genera comprenden todos los efectos positivos que se derivan de su ejecución, esto significa que es indispensable especificar los vectores de beneficios relevantes, sin ser excluyentes, se aplicará el criterio de ahorro de recursos al comparar la situación con proyecto con el costo marginal de generación de energía eléctrica producida por la empresa más ineficiente; también puede discutirse con la administración del contrato otro tipo de beneficios relevantes para justificar el proyecto.

### ***Análisis costo beneficio***

El análisis costo-beneficio (ACB) desde el punto de vista económico pretende eliminar las limitaciones del VAN financiero, al incorporar correcciones en las distorsiones de precios enunciadas anteriormente, este proceso se efectuará a través de los denominados precios sombra y la incorporación y valuación explícita de externalidades en la evaluación de proyectos (Franco: 1983).

La tasa social de descuento se define como la pérdida de valor de la unidad de cuenta (numerario) a lo largo del tiempo, sirve para comparar homogéneamente el valor de los beneficios y los costos de un proyecto dado que estos están relacionados a lo largo del tiempo y es necesario relacionarlos en un período de tiempo determinado, con el fin de tomar una decisión sobre la factibilidad o no del proyecto. Para la evaluación económica la tasa de descuento será 12,67%.

Los indicadores más relevantes que deberán estimarse son: la tasa interna de retorno, el valor presente neto, la relación beneficio costo, la relación VAN/VAI, es decir la relación entre el valor presente neto con el valor presente de las inversiones, el período de recuperación del capital.

Producto del análisis costo beneficio debe realizarse un análisis de sensibilidad y riesgo probabilístico de las principales variables e indicadores de rentabilidad económica del proyecto.

### ***Evaluación financiera privada del proyecto que permita determinar su sostenibilidad operativa***

El análisis financiero se concibe como el instrumento metodológico que permite justificar el proyecto a partir del análisis de las variables y parámetros técnicos y económicos que dan cuenda de los posibles cursos de acción en el marco de las condiciones básicas impuestas, es decir con base en información secundaria.

En este contexto, la elaboración del análisis financiero del proyecto se basará en el análisis de las condiciones actuales de desempeño de demanda de energía eléctrica.

El análisis financiero, incluirá las siguientes componentes:

- Estudio de demanda y proyecciones de la demanda de energía eléctrica en Bolivia.
- Ingresos por venta del servicio de energía eléctrica por tipo de consumidores
- Ingresos por venta de energía eléctrica
- Costos de inversión inicial
- Costos de operación asociados al proyecto
- Costos de mantenimiento
- Costos de reinversión
- Costos impositivos (impuestos)
- Depreciaciones

- Análisis de punto de equilibrio
- Esquema de financiamiento
- Período de recuperación de la inversión
- Flujo de caja del proyecto
- Estados financieros proyectados
- Indicadores de rentabilidad
- Análisis de sensibilidad
- Análisis de riesgo

Finalmente, el análisis financiero además de justificar el proyecto en función de las alternativas de financiamiento, permitirá definir los mecanismos más idóneos, según sea del caso, para la recuperación de las inversiones de manera que el impacto en los precios no incida en una reducción de la demanda.

### ***La rentabilidad del proyecto***

Tanto para el caso de la evaluación financiera como económica, los indicadores relevantes que dan cuenta de la bondad del proyecto se estimarán conforme al esquema que se describe a continuación.

Los indicadores de rentabilidad del proyecto se estiman a partir de del flujo neto de fondos, esto implica restar del flujo de ingresos que generaría el proyecto, los costos tanto de inversión (CAPEX) como operativos (OPEX), los más relevantes para este caso son la tasa interna de retorno, el valor presente neto y la relación beneficio costo, para este análisis los costos del proyecto se expresan a precios de mercado.

#### a) La tasa interna de retorno (TIR)

Es la tasa de actualización (descuento) que permite igualar a cero el flujo neto de fondos, representa la utilidad media del dinero utilizado en el proyecto durante su vida útil.

Resulta conveniente efectuar o realizar la inversión cuando la tasa de interés de mercado es menor que la tasa interna de retorno, o sea, cuando el flujo de capital en inversiones alternativas genera menos recursos que el capital invertido en el proyecto.

Los resultados del análisis permiten comparar proyectos de naturaleza y objetivos diferentes en función de sus respectivas tasas de rentabilidad, priorizar proyectos con iguales objetivos y beneficiarios y hacer comparaciones entre proyectos similares en distintos períodos de tiempo.

#### b) Valor actual neto (VAN)

Un proyecto implica una corriente de ingresos y de costos que se van a producir durante el período de vida útil del mismo, para hacer comparables estos flujos, se utiliza la tasa de descuento, que es un dato externo al proyecto. Desde este punto de vista, un proyecto es rentable si el valor actual del flujo de ingresos es mayor que el valor actual de flujo de

costos, obviamente, utilizando la misma tasa de descuento, que para este caso es del 12,81%.

El criterio formal de selección formal según este indicador consiste en aceptar todos los proyectos cuyo VAN sea positivo. Si se trata de elegir entre distintos proyectos igualmente rentables, el VAN es un indicador adecuado. Si el  $VAN > 0$ , indica que el proyecto es deseable, un  $VAN < 0$ , aconseja que el proyecto no debe realizarse. En las dos situaciones se refleja la comparación entre invertir en el proyecto versus colocar el capital a una tasa de interés dada.

### c) La relación beneficio costo (RBC)

Partiendo de que los flujos corrientes de beneficios y costos deben actualizarse para hacerlas comparables, su relación será igual al cociente entre el valor actual de los beneficios (VAB) sobre el valor actual de los costos (VAC).

Para que el proyecto sea aceptable, la RBC debe necesariamente ser igual o mayor que uno. Si es igual a uno indica que el valor presente neto del proyecto es igual a cero, nótese la relación que existe con los resultados del valor actual neto. Si fuera menor, significa que, a la tasa de descuento utilizada, el VAB es menor que el VAC, con lo que no se estaría recuperando la inversión. Este indicador es útil para determinar si el proyecto es bueno o no, pero no es adecuado para elegir entre diferentes alternativas, dado que no toma en cuenta el tamaño del proyecto.

### ***Análisis de sensibilidad de las variables que inciden directamente en la rentabilidad del proyecto***

Este análisis puede aportar información adicional que posibilita a la instancia decisoria del proyecto, aceptar la propuesta de inversión o rechazarla, a su vez para los formuladores implica conocer que elementos del proyecto (tanto en costos como en beneficios) son sensibles ante cambios que pudieran darse en las condiciones de la economía, esto es particularmente útil porque permite diseñar estrategias para enfrentar situaciones complejas que podrían comprometer la viabilidad del proyecto. Los resultados se presentan en términos de valor presente neto y tasa interna de retorno.

### ***Análisis de riesgo***

Los conceptos fundamentales sobre riesgo son: la predicción de los sucesos y la medición del riesgo. Se predice la ocurrencia de un suceso y se mide su posible ocurrencia con probabilidades que, a su vez, se estiman. La probabilidad de ocurrencia puede ser deducida analíticamente o inferida a partir de datos obtenidos de experiencias pasadas.

Para poder escoger entre diversos cursos de acción es necesario tener además del pronóstico, algún criterio de comparación, que permita medir las ventajas y desventajas de

cada curso alternativo de acción, esto es sumamente importante en el resultado de la decisión. En términos generales, los criterios de comparación pueden clasificarse en:

- 1) Criterios que miden los rendimientos económicos de un proyecto de inversión.
- 2) Criterios que miden el riesgo envuelto en las diferentes alternativas del proyecto.
- 3) Criterios que representan objetivos cualitativos del proyecto.

Las variables más importantes que determinan el comportamiento de los flujos del proyecto, desde el punto de vista del riesgo, son de dos tipos: variables exógenas (inflación, devaluación, riesgos políticos, entre los principales); variables endógenas (inversiones en bienes de capital, capital de trabajo, valores residuales de las inversiones, tamaño del mercado, precios de venta, crecimiento del mercado, proporción del mercado, costos y/o gastos de operación).

En la práctica la estimación del riesgo bajo condiciones de incertidumbre equivale a asignar funciones de distribución probabilística o determinística a las variables del proyecto, para el presente caso se ha utilizado un modelo desarrollado en Excel, mismo que consiste en generar números aleatorios a partir de los resultados del análisis costo beneficio, con lo cual es posible calcular la probabilidad de riesgo del proyecto y la probabilidad de ganancias y/o pérdidas si el proyecto se ejecuta.

## **6.8 ESTUDIOS AMBIENTALES**

El Consultor, deberá realizar estudios ambientales complementarios en el marco del Diseño Final de cada Componente del Proyecto Hidroeléctrico El Bala, teniendo como base los estudios ambientales realizados en la etapa del Estudio de Identificación del Proyecto y otros de apoyo que puedan servir para este fin, a manera de asegurar la calidad adecuada de la evaluación socio ambiental del proyecto para contribuir en la definición de cada uno de los elementos técnicos y operacionales de cada componente del proyecto a Diseño Final.

A partir de un análisis de las características de cada componente del proyecto, características ambientales del área de influencia, revisión bibliográfica y recopilación de información de campo, el Consultor deberá elaborar los estudios ambientales pertinentes. El grado de profundización de los mismos, estará en función de los aspectos antes mencionados y deberá ser suficiente para la etapa de Estudio de Diseño Técnico de Preinversión, los mismos que deben ser aprobados por el Cliente.

### ***Áreas Protegidas***

El Proyecto Hidroeléctrico el Bala, se emplaza en dos áreas protegidas de interés Nacional Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi y la Reserva de la Biósfera y

Tierra Comunitaria de Origen Pilón Lajas, administradas por el Servicio Nacional de Áreas Protegidas (SERNAP).

El Consultor, deberá tomar en cuenta todos los procedimientos y requisitos exigidos por el SERNAP para los documentos generados que serán revisados por esta entidad y para los permisos y autorizaciones necesarias, durante el transcurso y desarrollo de trabajos de campo y/o recopilación de información *in-situ* al interior de áreas protegidas (Geotecnia, Sondeos, Topografía, Diagnósticos Ambientales, Monitoreo Ambiental, entre otros), y de esta forma cumplir de manera adecuada con todos los estudios solicitados en este acápite y el estudio en general.

En este marco, se sugiere que se haga participe a esta institución desde el inicio del estudio (se deberán gestionar y organizar reuniones de trabajo y/o informativas), para que el SERNAP conozca las características de cada componente del proyecto y vaya formulando observaciones de manera gradual.

El Consultor deberá identificar todas las instituciones, organizaciones públicas y privadas, que se encuentren realizando estudios o que hayan realizado estudios en el área del Proyecto en relación a las Áreas Protegidas identificadas, para involucrarlas en el estudio y solicitar información cuando corresponda.

Debido a que parte del área de los embalses y sitios de obras del proyecto, tienen intervención en las zonificaciones de estas áreas protegidas, como zonas de Protección Estricta, Uso Intensivo Extractivo o Consultivo, y Uso Intensivo No Extractivo, el Consultor deberá tomar en cuenta estos elementos para el desarrollo de los Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental (EEIA) en función al nivel de la categorización ambiental obtenida, y apoyar y/o gestionar cualquier requerimiento relacionado a esto a través del Cliente.

## **6.9 ESTUDIOS AMBIENTALES ESPECÍFICOS**

Para esta etapa se requiere que el Consultor elabore estudios específicos y complementarios, que permitan contribuir al Estudio de Diseño Técnico de Preinversión, y para los cuales debe prever los tiempos que involucra cada uno de ellos (incluyendo trabajo de campo, gabinete y laboratorio correspondiente) para que puedan ser posteriormente analizados, sistematizados e incorporados dentro de los Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental o en los estudios solicitados en los presentes Términos de referencia según corresponda.

Para la realización de los Estudios Ambientales Específicos, descritos en este acápite, el Consultor deberá tomar en cuenta los estudios básicos existentes, el diagnóstico ambiental y socioeconómico elaborado para el Estudio de Identificación y otros que se tengan hasta el momento. A su vez el Consultor debe proponer el tiempo de trabajo de campo adecuado a

las exigencias de cada uno de ellos el cual debe ser aprobado para su correspondiente seguimiento.

Al mismo tiempo, las actividades a desarrollar por el Consultor, deberán ser coordinados y sinérgicos, con los estudios de ingeniería, tanto en materia de selección y empleo de personal, como en la realización de trabajos de campo, de laboratorio, selección de modelos matemáticos, procesamiento y análisis de datos y presentación de informes para todos los demás estudios.

Los estudios ambientales específicos, solicitados son los siguientes:

#### **6.10 ESTUDIOS DE ECOSISTEMAS ACUÁTICOS**

El Consultor deberá realizar una evaluación de los ecosistemas acuáticos, dentro el área de influencia de cada componente del proyecto, a través de estudios específicos, identificando y valorando los impactos potenciales y las medidas de mitigación. En este sentido se deberá realizar los siguientes estudios:

#### **6.11 DETERMINACIÓN DE UN CAUDAL ECOLÓGICO QUE GARANTICE LA CONECTIVIDAD E INTERCAMBIO ENTRE EL CANAL PRINCIPAL DEL RÍO BENI Y SUS LAGUNAS DE VÁRZEA.**

Se sabe que la diversidad y servicios de los ecosistemas acuáticos dependen de la conectividad de los sistemas con el canal principal. El estudio básicamente consistiría en un modelo hidrológico que pueda predecir magnitudes de inundación en base a casos empíricos de estudio para mantener el funcionamiento ecológico de las lagunas de várzea las cuales dan servicios ecológicos locales y regionales como las pesquerías. El estudio debería considerar toda la información disponible sobre la cuenca para realizar un análisis de los caudales y la interpretación de los patrones mínimos de inundación que se deben mantener y generar diferentes modelos de inundación para seleccionar el más apropiado de acuerdo a las demandas y necesidades de conservación y/o mitigación. La obtención del estudio debería tener un periodo de duración de aproximadamente de 3 meses.

#### **6.12 DEFINICIÓN DE UN RÉGIMEN DE MANEJO DE CAUDALES DURANTE EL LLENADO DE LOS EMBALSES SEGÚN CADA COMPONENTE DEL PROYECTO**

El Consultor presentará un diagnóstico de los valores ecológicos a proteger mediante el régimen de manejo y balance de caudales aguas abajo, durante el llenado de los embalses y el régimen de caudales recomendado y su debida justificación, para lo cual se debe analizar la posibilidad de mantener un caudal mínimo que se requiere para conservar el funcionamiento ecológico del río Beni y lograr una inundación conocida en las tierras bajas que mantenga el funcionamiento ecológico de las lagunas.

Para determinar el régimen de caudales ambientales apropiados a las necesidades ecológicas y sociales para el agua, éstos deben ser bien comprendidos. El Consultor utilizará todos los datos recopilados en los inventarios de usos del agua, estudios de biodiversidad de peces y pesquerías, hidrológicos y de calidad de agua que se hayan generado hasta el momento.

El caudal ambiental mínimo ( $m^3/s$ ) = total de agua requerida para los usuarios aguas abajo ( $m^3/s$ ) + el flujo mínimo requerido para mantener las funciones del ecosistema ( $m^3/s$ ).

Sin embargo, un caudal mínimo (el mismo caudal durante días o semanas a la vez), también puede tener un impacto sobre el hábitat y la biodiversidad. Descargas puntuales deben ser proporcionadas como parte del régimen de caudales ambientales durante el llenado (a la velocidad para el momento adecuado del año / temporada) para proporcionar funciones de los ecosistemas del río, tales como:

- Las señales para los peces y otras especies para migrar.
- Eliminación de las algas, limo y las malezas acuáticas de los lechos de los ríos.
- Movimiento de los huevos y larvas en el río.
- El movimiento de los sedimentos a través del sistema fluvial.

Dependiendo del diseño del sistema, los flujos de lavado pueden ser dados por las turbinas, los vertederos, o estructuras especiales.

Para la determinación del régimen de descargas durante el llenado, el Consultor valorará los métodos disponibles para esta evaluación, entre ellos:

- Índices Hidrológicos.
- Patrones de inundación relacionado a un caudal mínimo determinado, garantizando la conectividad río-laguna, para el periodo de aguas altas y un caudal mínimo para el periodo de aguas bajas.
- Modelos para examinar las relaciones funcionales entre las condiciones hidrológicas y ecológicas
- Modelos matemáticos para determinar los flujos a partir de datos sobre el hábitat de las especies objetivo para determinar los requisitos del caudal ecológico.

El Consultor propondrá la metodología o la combinación de metodologías para la definición del régimen de llenado de los embalses.

Entre los aspectos a considerar para la estimación del caudal necesario para el funcionamiento del ecosistema, el Consultor tomará en cuenta los principales organismos acuáticos y sus necesidades de agua (flujo, nivel del río, etc.), flujo requerido para mantener la calidad del agua, los requisitos para la reproducción y migración, así como los hábitats que deben permanecer húmedos.

## **6.13 MODELACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN EL EMBALSE Y AGUA ABAJO DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE CADA COMPONENTE DEL PROYECTO**

El objetivo de la modelación es predecir los aspectos esenciales en la evolución de las condiciones de la calidad del agua en los futuros embalses de cada componente del Proyecto, en el tramo situado aguas abajo de los sitios de presa.

La modelación deberá permitir analizar y determinar paramétricamente el comportamiento de la calidad de agua de los futuros embalses y predecir la aparición de problemas asociados al embalsamiento del río en la zona de cada componente del Proyecto.

Para esto, se requerirá la implementación de modelos matemáticos, en forma coordinada, en relación con los estudios de Sedimentología de los Sitios de Presa y Simulación de Operación de los embalses con el fin de simular la hidráulica, el movimiento de la cuña de sedimentos y la calidad del agua en los futuros embalses, y pronosticar la necesidad de implementar actividades y campañas de gestión integral adecuada del recurso hídrico en la zona de influencia de cada componente del Proyecto.

El Consultor analizará y procesará la información, recibida, elaborada u obtenida en el marco de este contrato y que sea necesaria como datos de entrada al modelo.

### ***Análisis de modelos de simulación disponibles en el mercado***

El Consultor, deberá escoger un modelo o modelos de forma justificada, que sean ampliamente reconocidos, que hayan sido utilizados en diferentes proyectos con resultados satisfactorios y que gocen de alta credibilidad entre las autoridades ambientales, académicas y gubernamentales a nivel internacional.

Algunos criterios que deberá tener en cuenta el Consultor para la selección del modelo son los siguientes: complejidad, restricciones y limitaciones, reconocimiento en aplicaciones previas, ventajas y desventajas, requerimientos computacionales, costo del software, documentación y disponibilidad de manuales, actualización, facilidad en el ingreso de la información, aplicabilidad de los resultados a los objetivos propuestos en este contrato, sencillez para la interpretación de resultados y calibrabilidad. En cualquier caso, el modelo seleccionado, deberá ser sometido a revisión y aprobación.

El modelo seleccionado debe representar acertadamente las características físicas, de transporte y transformación de sustancias al interior de cuerpos de agua léticos y lóticos, así como los principales procesos de transformación de materia orgánica y su relación con el oxígeno disuelto, aporte de nutrientes y su influencia con la evolución trófica, y la transformación y transporte de sustancias tóxicas que puedan ingresar a las corrientes de agua.

Es de resaltar que cada fase de desarrollo del Proyecto implica una aproximación a los escenarios futuros de calidad de aguas y de acuerdo con ello es necesario enfocar las metodologías y técnicas de estudio, así como qué tipo de modelos usar, de acuerdo a la fase de desarrollo de los aprovechamientos.

Algunos de los procesos cuya evaluación interesa con los resultados arrojados por el modelo, para la caracterización físico-química bajo diferentes escenarios, en la medida que los datos recabados lo permitan son: patrones de circulación y mezcla, posible enriquecimiento de nutrientes y consecuencias asociadas en el desarrollo de florecimientos de algas o proliferación de macrófitas, la aparición de problemas originados por anoxia en las capas profundas, efecto de la descomposición de la biomasa inundada sobre la evolución del estado trófico del cuerpo de agua, transformación de materia orgánica, los metales pesados (mercurio, entre otros) en el cuerpo de agua y aguas abajo de la descarga de aguas turbinadas, el movimiento de la cuña de sedimentos, la producción de gases de efecto invernadero y la afectación sobre los ecosistemas biológicos que origine la calidad de agua en los embalses y después de la descarga de aguas turbinadas y por el vertedero, así como sobre la flora como la fauna acuática.

El Consultor evaluará la posibilidad de que a los embalses se les dé un uso turístico, de acuerdo con la calidad del agua que tendrán las capas más superficiales y el aspecto estético de los embalses, evaluar la incidencia actual de vectores y predecir los posibles problemas, estéticos y de movilidad asociados a su confinamiento, asimismo, se podrá estudiar mecanismos en los embalses para mejorar la calidad del agua.

### ***Monitoreos de calidad de agua y otros complementarios***

Se debe realizar por parte del Consultor la complementación de los datos adicionales pertinentes de la información de calidad de agua del río Beni y principales afluentes a los embalses y otros parámetros que se requiera como información de entrada al modelo. Se debe hacer un énfasis especial en complementar las variables que sean representativas para la determinación de las constantes de importancia en la modelación.

El Consultor deberá considerar las actividades necesarias para obtener los resultados descritos incluyendo la toma, transporte y conservación de muestras para análisis de calidad, la recolección de datos geométricos, sedimentológicos, topográficos, forestales, climatológicos, hidráulicos, hidrobiológicos, batimétricos, entre otros, requeridos como información de entrada al (los) modelo(s) seleccionado(s) y que sean diferentes de los que ya se tienen para el Proyecto.

El Consultor deberá ejecutar los trabajos de campo, laboratorio y oficina necesarios que le permitan ejecutar el monitoreo descrito. El Consultor deberá contar con todos los equipos de muestreo y los equipos de medición directa en campo, necesarios para realizar los monitoreos, los cuales deben estar calibrados y bajo control metrológico para garantizar la confiabilidad de las mediciones o subcontratar los mismos.

### ***Construcción base datos y alimentación del modelo***

Con la información de entrada revisada y validada, el Consultor deberá ingresar los datos de manera correcta al modelo para realizar las simulaciones preliminares y verificar la validez de los resultados arrojados por el modelo.

### ***Corridas preliminares y análisis de sensibilidad***

Una vez seleccionado el modelo, es necesario asegurarse que el software esté corriendo correctamente y reproduciendo resultados válidos, para esto el Consultor deberá realizar simulaciones con datos de prueba y evaluar los parámetros que son más sensibles para el modelo seleccionado, a estos parámetros deberá realizar una revisión y validación más exhaustiva.

### ***Generación de escenarios***

El Consultor deberá puntualizar, con la aprobación del Cliente, los diferentes escenarios de simulación para predecir las condiciones de calidad de agua en los futuros embalses y aguas abajo, estos escenarios deberán considerar las posibles variaciones de caudales de entrada y salida, entre otros.

### ***Análisis de resultados y recomendaciones de manejo***

Es necesario que el Consultor analice desde la lógica de varios expertos los resultados obtenidos con el propósito de detectar inconsistencias y proponer conclusiones y recomendaciones para mejorar los resultados de la simulación.

Con base en los resultados paramétricos de la modelación, para los diversos escenarios considerados, para cada componente del Proyecto, el Consultor propondrá estrategias de control y manejo de los problemas de calidad de agua identificados.

### ***Plan de Manejo***

El Consultor en base a los resultados del análisis y determinación del comportamiento de la calidad del agua de los futuros embalses para los diversos escenarios, enunciará los planes y las actividades de mitigación y compensación que deben ser incluidos en un Plan de Manejo Ambiental (PMA) para cada componente del Proyecto.

- ***Plan de Manejo, Desmonte y Remoción de la Vegetación y Material Orgánico en los Embalses***

El Plan de Manejo, Desmonte y Remoción de la Vegetación y Material Orgánico en los Embalses debe lograr los siguientes objetivos:

- Reducción de la demanda de oxígeno por la descomposición de la materia orgánica.

- Mitigación de los efectos iniciales causados por la eutrofización durante la desintegración de la vegetación.
- Reducción del impacto en la calidad del agua en los embalses y promoción de una recuperación más rápida.
- Mejoramiento en la salud pública, la navegación futura, la pesca y la recreación.

Los beneficios debido a la implementación de un plan para la remoción de biomasa son bastante significativos y se pueden lograr los siguientes objetivos:

- Mejoramiento en la calidad del agua en los embalses y aguas abajo a corto y largo plazo.
- Disminución en los esfuerzos para controlar las plantas acuáticas.
- Disminución en la propagación de enfermedades y mejoramiento en el control de vectores.
- Mejoramiento de la navegación por habitantes locales, y de la pesca con redes y desarrollo de pesquerías en los embalses.
- Mayor potencial para el desarrollo de las actividades recreativas a largo plazo.
- Mayores beneficios potenciales del área semi-inundable y minimización de los posibles problemas sobre la salud, así como en los reasentamientos cercanos.
- Utilización de la vegetación aprovechable.
- Mayor protección de las riberas de los embalses.

El Consultor realizará los siguientes trabajos:

- Identificar todos los criterios sociales y ambientales para la tala, desmonte y remoción de vegetación en las áreas seleccionadas de los embalses y en las riberas laterales en la confluencia de los ríos y quebradas con el embalse principal de cada componente del proyecto.
- Determinar, cuantificar y mapear dichas áreas de acuerdo con las prioridades sociales y ambientales.
- Seleccionar las técnicas apropiadas de tala, desmonte y remoción de la vegetación.
- Proponer un cronograma de tala, desmonte y remoción de vegetación y sus costos asociados, de acuerdo con los requisitos de construcción, llenado, e inicio de las operaciones de cada componente del Proyecto.

Algunos criterios que se debe considerar son los siguientes:

- Preservación del valor genético de la flora nativa.
- Protección de la vida silvestre local.
- Áreas para facilitar el acceso a los embalses de las comunidades locales especialmente de los nuevos reasentamientos.
- Manejo de la vegetación en áreas seminundadas, determinando qué tan útil puede ser esta vegetación para las comunidades locales.
- Identificación de zonas de vegetación que puedan permanecer intactas y que sirvan como corredores de vegetación para la fauna durante el llenado de los embalses.

El estudio deberá ser específico para cada componente y deberá generar información detallada de todas las áreas que serán desmontadas, removidas o taladas, a través de mapas actualizados de la vegetación (al menos a escala 1:10.000) con todos los tipos existentes de vegetación, uso del suelo, derechos forestales, red de carreteras y caminos, entre otros.

#### **6.14 ESTUDIO DE EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI)**

El Consultor, deberá analizar el impacto ambiental de los gases de efecto invernadero que causan los embalses de las centrales hidroeléctricas del proyecto, con énfasis en la producción de metano para lo cual deberá realizar las siguientes actividades:

- Evaluar el tipo de vegetación a ser inundada y la materia orgánica del suelo según la superficie de los embalses de cada componente del proyecto.
- Estimar las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), generados por descomposición de materia orgánica en el área de embalse de cada componente del proyecto y otros sitios considerados de interés, en función a la geografía, clima, calidad del agua y características de la zona a ser inundada.
- Identificar el impacto local y nacional que representa éstas emisiones y elaborar medidas de mitigaciones para los gases producidos por los embalses.
- Elaborar un plan de monitoreo de emisiones de GEI en el área de embalse durante el tiempo de vida de cada componente del proyecto.

#### **6.15 ESTUDIOS MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS, PERIFITON Y PLANCTON**

El Consultor, deberá realizar una caracterización de los macroinvertebrados bentónicos, perifiton y plancton con muestreos en diferentes épocas y en sitios representativos de los ambientes lóticos dentro el área de influencia del proyecto, realizando las siguientes actividades:

- Determinar la diversidad de macroinvertebrados bentónicos y plancton, e interpretación de los mismos como indicadores, realizando muestreos sobre el río Beni y afluentes según el área de influencia de cada componente del proyecto.
- Evaluar el tipo y cantidad de perifiton que se adhiere a las rocas y troncos de zonas ribereñas del área de influencia de cada componente del proyecto.

#### **6.16 ESTUDIOS DE BIODIVERSIDAD EN EL ÁREA DE INFLUENCIA EN ÁREAS PROTEGIDAS**

Los objetivos de los estudios de biodiversidad son determinar y evaluar las posibles amenazas para la biodiversidad en áreas potencialmente afectadas dentro del área de

Influencia de cada componente del Proyecto para cada área protegida involucrada, con el fin de proponer las estrategias, planes y programas para mitigar dichos impactos.

Para esto se sugiere que el Consultor realice ciertas actividades que coadyuven a cumplir éstos objetivos como:

- Reunirse con el Director y técnicos de las áreas protegidas para determinar los asuntos y las dificultades en el manejo de las áreas protegidas, la capacidad y sus preocupaciones sobre los impactos del Proyecto y sus sugerencias en la prevención e implementación de medidas de mitigación para resolver los impactos negativos.
- Conversar con las autoridades nacionales, regionales, departamentales y locales, y las instituciones de manejo y control forestal del área para definir: dificultades, y problemáticas en su capacidad de gestión; preocupaciones sobre los impactos del Proyecto; y, sus recomendaciones sobre las medidas de prevención o mitigación a implementar para superar los impactos negativos.
- Conversar con las comunidades locales para evaluar qué tanto dependen ellas de los recursos naturales, su entendimiento sobre la protección de la biodiversidad, su interés en el manejo de las áreas protegidas, sus preocupaciones sobre los posibles impactos del Proyecto y sus propuestas sobre las medidas de prevención y mitigación necesarias para resolver los impactos negativos.

El Consultor deberá evaluar las actividades de la construcción y operación de cada componente del Proyecto que pudieran afectar las áreas protegidas.

#### ***Descripción de la biodiversidad y hábitats de las áreas protegidas.***

Se debe realizar la determinación de las condiciones de línea base en las áreas afectadas por cada componente del Proyecto en cada área protegida.

En base a la información existente, el Consultor deberá definir la información faltante y deberá proponer una metodología y programación para su obtención, la misma que servirá para la línea base ambiental de los EEIAs, que tome en cuenta todos los grupos de flora y fauna.

El Consultor deberá obtener datos básicos sobre:

- Tipos de hábitats, poblaciones, especies, áreas forestales, áreas con valor paisajístico importantes.
- Biodiversidad con importancia nacional e internacional.
- Evaluación general de las condiciones de la biodiversidad con especial énfasis en el área de los embalses.
- Impactos causados por las actividades humanas en las áreas protegidas.

- Discusión sobre los nichos ecológicos y las necesidades de las especies específicas enumeradas anteriormente y su situación actual localmente y en el país.
- Elaboración de un mapa para cada componente del proyecto en relación a las áreas protegidas.

Para la recolección de datos y de información, se tomará en cuenta la revisión de la información disponible (publicaciones, informes) más reciente sobre muestreos de hábitats y vida silvestre de instituciones de investigación, universidades, forestales, entre otros, y a su vez conducir muestreos rápidos a través de encuestas con residentes locales, muestreos en parcelas y transectos para la observación directa e indirecta, entre otros que el Consultor conveniente. El número de zonas de muestreo dependerán del tamaño del área de influencia, de la variación del terreno, la cobertura vegetal, los tipos de hábitats, la conectividad de los hábitats y otras características de los ecosistemas.

### ***Evaluación de la capacidad de gestión de las áreas protegidas***

El Consultor deberá evaluar la capacidad de la Dirección de cada área protegida, tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- Número de empleados, equipos de trabajo, herramientas, presupuesto de operación, entre otros.
- Estado actual de la delimitación de las áreas protegidas.
- Nivel de participación de la comunidad local en la protección de los recursos naturales, entre otros.
- Descripción de los problemas encontrados en el manejo de las áreas protegidas.
- Definición de las amenazas actuales a la biodiversidad dentro cada área protegida.
- Importancia de la biodiversidad de las áreas para el sustento de las comunidades locales. Se podrá evaluar el nivel actual de explotación dentro del área protegida, para diferentes propósitos como actividades agrícolas, caza, piscicultura, tala de árboles, minería, etc, determinando cuáles actividades son legales o ilegales, cuales acciones son reguladas y cuales no requiere de ningún manejo dentro de las áreas protegidas

### ***Descripción de los posibles impactos previstos.***

El Consultor deberá realizar una predicción de posibles impactos causados por cada componente del Proyecto sobre la biodiversidad en las áreas protegidas debido a:

- La construcción de las obras de cada componente del Proyecto.
- Los procesos de reasentamiento.
- Gran número de trabajadores y/u operadores.
- Presión sobre las Áreas Protegidas causada por la demanda de productos y servicios por el campamento de los trabajadores.

El Consultor evaluará los impactos directos e indirectos sobre la biodiversidad y la significancia a nivel local, nacional o internacional de esos impactos. A su vez el Consultor deberá evaluar la extensión de los reasentamientos dentro o cerca de las áreas protegidas: viviendas nuevas y viejas; si la población que vive en el área es local o no; propiedad sobre la tierra y su uso, actividades comerciales y domésticas, entre otros.

#### ***Planes de acción para mitigar, prevenir y/o compensar los impactos negativos y la manera de preservar la biodiversidad***

El Consultor deberá elaborar planes de acción para la implementación de planes o programas de manejo de los recursos naturales para mitigar los impactos negativos causados por cada componente del Proyecto y para preservar los valores de biodiversidad de las áreas protegidas.

Con base en los impactos potenciales previstos que serán causados durante la construcción y la operación de cada componente del Proyecto, el Consultor deberá proponer un Plan o planes para mitigar, minimizar, compensar, controlar y monitorear tales impactos. Debe incluirse en el Plan los siguientes temas:

- Propuestas para mejorar el manejo y protección de las áreas protegidas.
- Determinación de las regulaciones aplicables para el manejo del campamento de los trabajadores.
- Planes de rescate de fauna en el área de los embalses.
- Creación de corredores.
- Investigación.
- Manejo de especies críticas.

Todas las estrategias, planes y programas deben incluir un plan de acción, costos estimativos (incluyendo costos de inversión y de operación) y un marco regulatorio para la implementación de cada componente del Proyecto.

#### **6.17 ESTUDIOS DE FLORA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DE CADA COMPONENTE DEL PROYECTO**

El Consultor deberá realizar una evaluación de la diversidad florística estructural de las unidades de vegetación dentro el área de influencia de cada componente del proyecto (área de embalse, área de obras, entre otras), que no haya sido evaluada hasta el momento, tomando en cuenta todos los aspectos más importantes, identificando y valorando los impactos potenciales y las medidas de mitigación. En este sentido se deberá complementar el análisis que será realizado en el Plan de Manejo, Desmonte y

Remoción de la Vegetación y Material Orgánico en los Embalses realizando las siguientes actividades:

- Realizar un inventario complementario para identificar series de vegetación y especies, en sitios diferentes a los ya estudiados.
- Describir en detalle las formaciones de flora identificando especies que pueden rescatarse y reubicarse.
- Evaluar el uso tradicional y económico de la vegetación (etnobotánica y farmacopea) en comunidades indígenas, originarias y campesinas dentro el área de influencia de cada componente del proyecto.
- Analizar el efecto de las especies pioneras en relación a las especies residentes.
- Identificar macrófitas de la zona de influencia de cada componente del Proyecto y determinar aquellas que pueden colonizar los futuros embalses y convertirse en perjudiciales.
- Elaborar un plan de rescate de aquellas especies vegetales de importancia ecológica, social y/o económica.
- Elaborar un plan de monitoreo de comunidades vegetales, identificando elementos y objetos de monitoreo y conservación (especies y/o unidades de vegetación) durante el tiempo de vida de cada componente del proyecto; el mismo abarcará el área de influencia directa e indirecta incluyendo las sabanas inundadas del Beni que dependen del sedimento que arrastra el río Beni.
- Elaborar un plan de restauración ecológica en toda el área de cada componente del proyecto que garantice la continuidad y el estado de conservación de los ecosistemas.
- Identificar los derechos forestales y valorar los recursos forestales maderables y no maderables para el manejo y aprovechamiento en zonas de influencia de cada componente del proyecto y otros árboles valiosos para los residentes locales para poder decidir qué clase de vegetación será utilizada como parte de un programa que deberá llevarse a cabo para la revegetación/reforestación.
- Proponer programas para el salvamento de madera valiosa y otros recursos forestales importantes en el área de inundación con la participación de las comunidades locales.
- Cuantificar todas las áreas que serán taladas, removidas o desmontadas en hectáreas, y clasificarlas de acuerdo con el tipo de vegetación.
- Analizar la factibilidad de la implementación de un vivero forestal multipropósito para la producción de plantines de diversas especies con la finalidad de restaurar el ecosistema y cumplir con la demanda de las poblaciones locales, identificando el área apropiada y su correspondiente diseño.

## **6.18 ESTUDIOS DE FAUNA TERRESTRE EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DE CADA COMPONENTE DEL PROYECTO**

El Consultor deberá realizar una evaluación de la diversidad faunística tomando en cuenta mamíferos, aves, reptiles, anfibios y entomofauna dentro del área de influencia directa de cada componente del proyecto (área de embalse, área de obras, entre otras), que no haya sido evaluada hasta el momento, identificando y valorando los impactos potenciales y las medidas de mitigación. En este sentido se deberá complementar el análisis realizando las siguientes actividades:

- Evaluar la riqueza, diversidad y abundancia de mamíferos, aves, reptiles, anfibios y entomofauna en las áreas de influencia directa del proyecto. Se deberá tomar en cuenta fauna dependientes del agua, que se verán bastante afectadas. Para este fin se deben realizar muestreos representativos.
- Realizar un recuento de los nidos de parabas, cuevas de guácharos y murciélagos, y evaluar si el cambio en el nivel del agua o caudales afectarán dichos sitios.
- Analizar el estado actual de la cantidad y calidad de recursos alimenticios para la fauna y evaluar la pérdida de dichos recursos (árboles fructíferos, árboles con muchas flores o resinas).
- Se debe analizar el efecto de las especies pioneras en relación a las especies residentes.
- Elaborar un Plan de mitigación para la fauna vulnerable a los efectos del embalse de cada componente del proyecto.
- Elaborar un plan de rescate de la fauna terrestre dentro del área de cada componente del proyecto.
- Elaborar un plan de monitoreo de la fauna silvestre identificando objetos de conservación y especies a monitorear.
- Determinar los principales vectores en la zona y el hábitat reproductivo de los mismos.
- Elaborar un plan de control local y regional de los vectores presentes en la zona dentro del área de influencia directa de cada componente del proyecto.

## **6.19 PECES Y PESQUERÍAS**

### ***Inventario Ictiofauna***

El Consultor deberá realizar estudios específicos sobre peces y pesquerías. Para los estudios de peces que deban considerar especies para su muestreo se deberá considerar como mínimo 5 especies, identificando y valorando los impactos potenciales y las medidas de mitigación. Las especies sugeridas para la selección de las 5 especies que deben ser consideradas son: *Pseudoplatystoma fasciatum*, *Pseudoplatystoma tigrinum*,

*Colossoma macropomum, Piaractus brachypomus, Brycon amazonicus, Prochilodus nigricans, Zungaro zungaro, Sorubimichthys planiceps, Salminus brasiliensis, Brachyplatystoma rousseauxii.*

En este sentido se deberá complementar el análisis realizando las siguientes actividades:

### **Gremios Tróficos**

Realizar estudios sobre gremios tróficos a través de estudios con isótopos estables para definir la amplitud de nicho de las especies más importantes para la pesca (5 especies), y determinar si hay poblaciones diferenciadas en la zona de estudio, o a través de un estudio de dieta o contenidos gástricos, según un análisis de la metodología más adecuada para este propósito, con el fin de obtener mayores datos para la zona de estudio y las especies ictícolas en cuestión, realizando los muestreos correspondientes.

### **Mercurio**

Realizar un estudio complementario, sobre la acumulación de mercurio en peces en la cuenca alta del Beni, tomando en cuenta las principales especies comerciales (5 especies) y 10 ejemplares de cada especie con diferentes tamaños, evidenciando fotográficamente todos los ejemplares estudiados para verificar la identificación de los mismos contemplando parámetros de tamaño y sexo.

### ***Identificación molecular (barcoding) de larvas y adultos para determinar especies y zonas de reproducción afectadas por cada componente del proyecto.***

Se sabe que a través de la identificación molecular se pueden identificar especies en diferentes estados de desarrollo. Básicamente, el proceso consiste en obtener fragmentos de DNA mitocondrial del locus CO1 de larvas a la deriva de las aguas, y comparar los perfiles resultantes con una base de datos correspondiente a especies adultas presentes en la zona e identificadas morfológicamente como referente. Con el estado de desarrollo y la identificación se puede establecer que especies requieren de las partes altas para su reproducción y el área estimada necesaria para el reclutamiento. El periodo de estudio consistiría principalmente en los tres a cuatro meses con los mayores niveles de agua, periodo en el cual se sospecha de la reproducción de la mayoría de las especies presentes en la zona. Los estudios deberían permitir obtener la base de datos de secuencias genéticas de referencia para las especies adultas y larvas de la zona, y la obtención de perfiles, análisis de agrupamiento, variación periódica de abundancia para las larvas presentes a la deriva que se colectaran cada 15 días, siguiendo la metodología mínima que se utilizó durante el trabajo realizado en la gestión 2015 por la empresa AMANDES, cada punto consistiría de 6 submuestras pudiéndose sumar a 9, para que de esa manera se obtendría la deriva de larvas al medio de la columna de agua.

Este monitoreo deberá ser realizar en los sitios de aprovechamiento (Chepete y Bala) y aguas abajo del mismo (p.e. Rurrenabaque). Especialmente considerando la época de mayor actividad reproductiva durante el periodo de aguas altas, que permitiría una

evaluación del impacto esperado del proyecto sobre las larvas en base a los resultados de identificación molecular.

***Predicción de zonas de nacimiento para especies comerciales más importantes considerando la relación Sr/Ca en las aguas de los diferentes tributarios y otolitos de las especies.***

Se sabe que a través de la relación Sr/Ca en otolitos se puede predecir los hábitats por los cuales una especie atravesó a lo largo de su vida, si cada hábitat o cuerpo de agua posee una señal de Sr/Ca diferente. Básicamente, el proceso consiste en obtener la señal isotópica de los otolitos y comparar la variación a la señal existente en los diferentes tributarios de la zona de estudio. De esta manera, se puede estimar la importancia de zonas o tributarios de las partes altas y bajas para la reproducción de las principales especies de peces comerciales que se capturan en la cuenca del río Beni. El periodo de estudio consistiría principalmente el de aguas bajas y se consideraría a las seis especies comerciales más importantes, así como a los principales tributarios de la zona de influencia directa e indirecta para la colecta de aguas. Los recursos disponibles deberían cubrir la colecta y análisis de al menos 15 ejemplares de cada especie capturada por la pesca, y la obtención de contenidos de Sr/Ca en las aguas de cada tributario.

***Determinación de la estructura poblacional de las cinco especies comerciales más importantes con base en la información proporcionada por marcadores nucleares (microsatélites) y mitocondriales (Región de control).***

Se sabe que a través de la relación Sr/Ca en otolitos se puede predecir los hábitats por los cuales una especie atravesó a lo largo de su vida, si cada hábitat o cuerpo de agua posee una señal de Sr/Ca diferente. Básicamente, el proceso consiste en obtener la señal isotópica de los otolitos y comparar la variación a la señal existente en los diferentes tributarios de la zona de estudio. De esta manera, se puede estimar la importancia de zonas o tributarios de las partes altas y bajas para la reproducción de las principales especies de peces comerciales que se capturan en la cuenca del río Beni. El periodo de estudio consistiría principalmente el de aguas bajas y se consideraría a las cinco especies comerciales más importantes, así como a los principales tributarios de la zona de influencia directa e indirecta para la colecta de aguas. Los recursos disponibles deberían cubrir la colecta y análisis de al menos 15 ejemplares de cada especie capturada por la pesca, y la obtención de contenidos de Sr/Ca en las aguas de cada tributario.

***Determinación de la estructura poblacional de las cinco especies comerciales más importantes con base en la información proporcionada por marcadores nucleares (microsatélites) y mitocondriales (Región de control).***

La estructura poblacional de las especies nos permite conocer el grado de variación y conectividad entre diferentes hábitats, cuerpos de agua o cuencas. Por lo tanto, la determinación de poblaciones genéticas permite identificar unidades de manejo que optimizan las acciones de conservación y uso de los recursos, en este caso de recursos

pesqueros. En la zona de pesca, es posible que los pescadores aprovechen diferentes stocks, desde el punto de vista genético. Esto quiere decir que es posible que los pescadores de Rurrenabaque y San Buenaventura aprovechen recursos que pertenecen a unidades genéticas (poblaciones) diferenciadas con rasgos ecológicos diferenciados. De esta manera, es posible que los recursos que se aprovechen aguas abajo correspondan a una población diferenciada de otra que ocurre en las partes altas de la cuenca que no necesariamente contribuye significativamente a los desembarques. De esta manera, con base en la definición de poblaciones y conectividad geográfica, se puede dimensionar de una manera más real el grado de afectación que tendrá cada componente del proyecto sobre los stocks pesqueros de la región que se encuentran aguas arriba y aguas abajo. Los métodos para obtener las informaciones serán el análisis de un locus del genoma mitocondrial con características hipervariables y conocido con el nombre de Región de Control, y al menos ocho a diez loci de microsatélites que corresponden al genoma nuclear y son conocidos por su sensibilidad y variación ideal para el análisis de poblaciones. Se debería colectar 20 muestras de la parte alta (zona Rurrenabaque) y 20 de la parte baja (zona Riberalta) por especie definida para su correspondiente comparación y análisis.

### ***Pesca y pesquerías***

Complementación de información sobre usuarios, volúmenes y zonas de pesca, para identificar el potencial impacto y tomar una decisión consensuada con los pescadores sobre las principales especies. Elaboración de medidas para prevenir o mitigar los impactos identificados y garantizar la conservación de las especies más importantes para los desembarques.

El propósito de esta investigación, es lograr un mejor entendimiento de la situación actual de la captura de peces en la cuenca alta del río Beni incluyendo:

- Número de familias/pescadores que toman parte en la captura de peces.
- Tipo de equipo utilizado.
- Especies capturadas, y la intensidad de la captura de peces que ocurre en el área investigada (Captura por unidad esfuerzo).
- Ingresos debidos a la pesca en comparación con otras fuentes de ingreso.

El Consultor deberá llevar a cabo las siguientes actividades:

- Diseño del estudio: El Consultor deberá desarrollar una metodología para llevar a cabo la investigación sobre las pesquerías y los peces del área en estudio, incluyendo trabajos con la TCO Tacana. Esto incluye dos elementos esenciales:
  - El estudio de los pescadores en el área incluyendo al menos, métodos y técnicas de pesca, nivel de esfuerzo, consumo, venta, e ingresos.
  - Estudio de las especies de peces encontrados aguas arriba y aguas abajo del río. El estudio debe incluir la estación húmeda y la estación seca.

El Consultor será responsable por llevar a cabo un análisis de los principales factores del Proyecto que pudieran afectar las pesquerías, se podría un plan de monitoreo participativo a mediano plazo. A través de nuevas tecnologías o de manera tradicional con un seguimiento en la zona. El Consultor deberá considerar entre otras cosas los impactos aguas arriba y aguas abajo sobre la reproducción y hábitats de peces importantes, los impactos sobre la calidad del agua y la hidrología del área, los impedimentos físicos y de otra naturaleza causados por la construcción y operación de la represa, sobre la posibilidad de la población local a pescar, y la productividad potencial del área de los embalses.

## **6.20 EVALUACIÓN Y DISEÑO DEL SISTEMA DE TRASPASO DE PECES U OTRO SISTEMA EQUIVALENTE**

En base a toda la información generada y el diseño de cada componente del proyecto, el Consultor debe analizar contribuir a la determinación de alguna medida para garantizar la reproducción de los mismos, ya sea a través de un sistema de pasaje o traspaso de peces así como, sistemas que permitan el paso río abajo tanto de peces, huevos y larvas, realizando una evaluación del diseño de las obras para cada aprovechamiento del Proyecto, con especial énfasis en los componentes que puedan influir en el paso de estos elementos como vertederos, turbinas, entre otros, y realizando un análisis de la efectividad de los mecanismos propuestos y verificar que especies utilizarían dichos sistemas y cuales no y que condiciones debe cumplir para que haya reclutamiento efectivo aguas abajo.

El Consultor debe realizar una síntesis de la efectividad de los pasos conocidos y sus ventajas y desventajas identificadas (p.e. introducción de especies, etc), tomando en cuenta la información obtenida sobre las especies migradoras, distancias de migración, ecología, zonas y épocas de reproducción.

## **6.21 PLANES O PROGRAMAS DE MANEJO Y MONITOREO**

El Consultor deberá recomendar medidas apropiadas de mitigación y compensación de acuerdo al siguiente detalle referencial:

- Realizar un plan de monitoreo y evaluación de impactos económicos del sector pesquero antes y después de la implementación de la hidroeléctrica.
- Realizar planes de conservación para las especies más vulnerables e importantes para la zona del proyecto a corto y largo plazo, durante el funcionamiento de cada componente del proyecto
- A su vez el Consultor debe realizar una evaluación de la factibilidad para implementar y desarrollar piscicultura en la zona, considerando aspectos ambientales y socioeconómicos'
- Programas de acuicultura en las comunidades aguas abajo del embalse.

- Programas de repoblamiento pesquero en los embalses (una vez se den las condiciones de calidad de agua).
- Programas de repoblamiento en afluentes aguas debajo de cada componente del Proyecto.
- Una estrategia de “rio intacto” para mantener las comunidades ícticas representativas.

## **6.22 ESTUDIOS SOBRE TURISMO**

En el marco del Desarrollo Turístico Integral planteado para el Proyecto Hidroeléctrico el Bala Central Chepete y Bala, considerando los Componentes, Políticas y Programas establecidos en el Desarrollo Turístico el Consultor, identificará escenarios de participación comunitaria en la gestión del turismo, con el fin de identificar sus potencialidades y debilidades para poder fortalecer y/o desarrollar e impulsar proyectos de base comunitaria en el área de los embalses o vecinos a estos.

Asimismo con las potencialidades turísticas en la zona de cada componente del proyecto, el Consultor debe generar instrumentos de gestión turística, como la elaboración de Planes de Desarrollo Turístico Específicos, inventarios turísticos a mayor profundidad sobre los atractivos turísticos con descripciones, categorización y jerarquización, temporalidad de visita y actividades permitidas que puedan tener y las que se tienen en la región en general, realizar estudios de factibilidad para la implementación de nuevos escenarios como albergues ecoturísticos, plantas turísticas sofisticadas, apertura de senderos de interpretación, con perspectiva del aprovechamiento de los embalses para la implementación de deportes acuáticos de aventura como paseos en motos acuáticas, el parasailing o paravelismo, sky sobre agua y actividades recreativas acuáticas de menor riesgo como paseos en bote, pesca deportiva con devolución, paseo en kayak y otros (paseos por el dosel) con el fin de contar con una mayor oferta turística en la región.

Con base en la identificación de comunidades afectadas y aquellas que estén interesadas en participar de actividades turísticas sostenibles, el Consultor debe elaborar un programa de capacitación turística en general para uniformar y mejorar la calidad en la prestación de servicios turísticos en los diferentes rubros de la actividad turística, tales como hospedaje, gastronomía, guiaje, como también en áreas específicas como manejo de idiomas, relaciones públicas y atención al cliente, entre otras que sean necesarias.

Bajo esta óptica el Consultor, elaborará una propuesta para la implementación de Birding o Birdwatching (observación de avifauna y fauna) que incluya en lo posible diseño de los recorridos turísticos, infraestructura requerida como la construcción de sitios de descanso y miradores para observación de fauna, capacitación de personal, estudio de mercado para identificar la demanda y establecer el plan de marketing y comercialización para este tipo de turismo así como para las otras actividades turísticas ya consideradas.

## **6.23 ESTUDIOS ARQUEOLÓGICOS Y PALEONTOLÓGICOS**

El Consultor, deberá realizar prospecciones arqueológicas estratificadas de cobertura total para actualizar en valor patrimonial en las áreas de extensión del proyecto como el área total del embalse y los sitios de obras casa de máquinas, zonas de compuertas, túneles de desvió, de carga y descarga, ataguías, pre ataguías, canteras, botadero de escombros, presa, escalera de peces, campamentos, vías de acceso.

Para este fin el Consultor, deberá realizar todos los procedimientos técnicos y administrativos para las acciones de mitigación, liberación, rescate y ubicación de sitios arqueológicos, funerarios, habitacionales y de bloques con petroglifos, previamente gestionando el Permiso de Actividades Arqueológicas ante la Unidad de Arqueología y Museos (UDAM) y la Unidad de Sitios y Monumentos Históricos (USMH), dependiente del Viceministerio de Interculturalidad del Ministerio de Culturas y Turismo, el SERNAP, así también de forma conjunta con los Gobiernos Municipales de Apolo, Alto Beni, Teoponte, Palos Blancos, San Buenaventura y Rurrenabaque en la que recae la responsabilidad de promover el desarrollo humano sostenible dentro del ámbito de su jurisdicción territorial, con el fin de determinar acciones para el resguardo y disposición final de piezas arqueológicas, bloques de petroglifos y otros elementos. Para este fin el Consultor debe tomar en cuenta los tiempos y plazos para la obtención de los permisos y autorizaciones necesarias.

Para estas acciones el Consultor, deberá elaborar un Plan de Manejo Arqueológico, en concordancia a los Programas y Planes del Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental. El Plan de Manejo Arqueológico debe ser aprobado por el Cliente, antes de su presentación a la UDAM y la USMH.

Con respecto a la paleontología del lugar se concentran rasgos patrimoniales en las sierras del Angosto del Beu, para la cual el Consultor, deberá realizar una interpretación e intervención a detalle, con ello realizar un Plan de Manejo Paleontológico, paralelo al de Mitigación Arqueológica y Ubicación de Petroglifos. Plan que debe ser aprobado por el Cliente antes de su presentación a la UDAM y la USMH.

## **6.24 ESTUDIOS SOCIOECONÓMICOS**

Con información validada del Instituto Nacional de Reforma Agraria (INRA), el Consultor, deberá realizar un análisis a nivel predial de todas las tierras a ser afectadas por el área de inundación y sitios de obras de cada componente del Proyecto.

Este análisis comprende:

- Cantidad y clasificación de tierras saneadas (Comunales, Individuales, [Tierras Indígena Originario Campesinos TIOC's]).
- Identificación del propietario y superficie, código catastral, si corresponde.
- Determinación del valor catastral, y/o precio de venta por propietario.

- Estado actual del saneamiento de las áreas protegidas Madidi y Pilón Lajas.

Con base a este análisis el Consultor, deberá realizar:

- Evaluación de afectaciones específicas a nivel socioeconómico y sociocultural.
- Detalles específicos de infraestructuras, equipamientos y características de funcionamiento emplazados en la zona del área del embalse.
- Determinar patrimonios familiares, comunitarios y ambientales.

Teniendo toda esta información el Consultor, deberá formular un Plan de Reasentamiento y Procesos de Adaptación Cultural de poblaciones a ser reasentados, para ello deberá realizarse una diferenciación de TIOC's y grupos Colonizadores y/o llamados también transculturales.

#### **6.25 ESTUDIOS PARA LA OBTENCIÓN DE LAS LICENCIAS AMBIENTALES PARA EL COMPONENTE 1: CHEPETE Y COMPONENTE 2: BALA DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO EL BALA**

El Consultor deberá desarrollar todos los estudios, de acuerdo a la legislación ambiental vigente en el Estado Plurinacional de Bolivia, de manera de entregar al Cliente toda la documentación necesaria para la obtención de las Licencias Ambientales correspondientes.

El Consultor deberá elaborar los documentos ambientales pertinentes para las gestiones de las Licencias Ambientales para cada componente del Proyecto, en coordinación con el Cliente, según la planificación de la implementación del Proyecto, ya que el mismo involucra dos componentes y dentro de los mismos diferentes actividades. El Cliente, consensuará con el Consultor, mediante actas, el cronograma específico para realizar los trámites ambientales correspondientes y consiguientes documentos ambientales según Componente o fases dentro de los mismos.

Asimismo debido a que los trámites para la obtención de Licencias Ambientales toman un tiempo prolongado, el presente alcance obliga al Consultor a cumplir con la elaboración de los documentos necesarios para su gestión, sin embargo no se obliga a esperar la emisión de la o las Licencias Ambientales, pero si a subsanar todas las observaciones emitidas por los Organismo Sectorial Competente (OSC), Servicio Nacional de Áreas Protegidas (SERNAP), Autoridad Ambiental Competente (AAC) y/o cualquier otra instancia pertinente, en el proceso de aprobación y de obtención de la Declaratoria de Impacto Ambiental (DIA) dentro la vigencia del Contrato, cuando corresponda.

El trámite para la obtención de las licencias correspondientes se iniciará una vez se tengan mayores detalles de las obras principales y el diseño de ingeniería final y los estudios correspondientes para esta etapa, y en la medida de la disponibilidad de los estudios

ambientales específicos necesarios para este fin. La gestión de los mismos será consensuada por el Cliente y el Consultor.

Los estudios deberán considerar las obras consideradas para cada componente del Proyecto y las etapas de ejecución, operación, mantenimiento, abandono y futuro inducido. El análisis de impactos debe contemplar la valoración de todos los Factores Ambientales involucrados. Estos documentos deben ser aprobados por el Cliente.

La descripción de los estudios a ser desarrollados se presenta de manera enunciativa y de orientación, no limitativa, debiendo el Consultor elaborar todos los documentos que fuesen solicitados por las instancias ambientales de revisión durante la gestión de las Licencias Ambientales correspondientes de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Prevención y Control Ambiental (RPCA) de la Ley 1333 y si así lo desea y a objeto de demostrar su habilidad en la prestación del servicio puede mejorarlo.

## **6.26 INVESTIGACIONES GEOLÓGICAS GEOTÉCNICAS**

El Consultor, en base a las actividades planificadas para las investigaciones geológicas geotécnicas específicas en los sitios de los aprovechamientos, elaborará la o las Fichas Ambientales correspondientes y realizará todas las actividades necesarias para su presentación hasta la obtención de la categorización ambiental y licencia ambiental correspondiente para la realización de los trabajos con todas las gestiones que implique.

Una vez que el Consultor haya concluido la elaboración de la Ficha Ambiental, esta deberá ser aprobada por el Cliente, antes de su presentación a la Autoridad Competente e inicio de trámites necesarios siguiendo los procedimientos establecidos en la Ley N° 1333 y normativa anexa y conexa vigente.

El Consultor se compromete a efectuar un seguimiento técnico-administrativo y responder a cualquier observación hasta la obtención de la categorización ambiental respectiva, para iniciar la actividad a manera de cumplir el cronograma.

El Consultor deberá contar necesariamente con un equipo multidisciplinario, en el que mínimamente uno cuente con RENCA (Registro Nacional de Consultor Ambiental Boliviano) respectivo, que le permitan efectuar los trámites de Ley.

## **6.27 VÍAS DE ACCESO**

El Consultor, en base al diseño final teniendo cada una de las características ingenieriles para la apertura de vías de acceso, deberá elaborar un diagnóstico ambiental con la información existente tanto en la etapa de Estudio de Identificación como en el EDTP, tomando en cuenta todos los componentes que ameriten (vegetación, ecosistemas, calidad de agua, paisaje, flora, fauna, arqueología, análisis social, derecho de vía).

El Consultor deberá elaborar un listado con los documentos y recomendaciones necesarias referentes a las vías de acceso, para los trámites de licencia ambiental para cada componente del Proyecto.

## **6.28 OTROS ESTUDIOS**

El Consultor debe considerar la pertinencia de elaborar los estudios y la documentación respectiva de la Licencia para Actividades con Sustancias Peligrosas, Autorización de Aprovechamiento de Áridos, Plan de Desmonte, Autorización de Ingreso a las Áreas Protegidas, entre otros, tomando los tiempos establecidos por Ley.

## **6.29 ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (EEIA)**

El objetivo general es el de elaborar los Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental para cada uno de los Componentes del Proyecto en el marco de Ley de Medio Ambiente 1333 y reglamentaciones correspondientes.

Los objetivos específicos principales para alcanzar el objetivo general en relación a los Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental (EEIA), son los siguientes:

- Describir las características técnicas de los componentes del proyecto.
- Establecer una descripción de las condiciones ambientales y sociales actuales (Línea Base) en sus aspectos físicos, bióticos, socio-económicos y culturales del área de influencia de cada componente del proyecto.
- Realizar los talleres de Consulta Pública en los momentos y términos establecidos en la normativa ambiental vigente.
- Identificar, evaluar y jerarquizar los impactos ambientales significativos que pudieran ocasionar las obras principales y complementarias, así como las actividades a realizarse en las etapas de construcción, operación – mantenimiento y abandono definitivo de cada componente del proyecto.
- Identificar y seleccionar las medidas para prevenir, mitigar y compensar los impactos ambientales negativos de carácter significativo, así como para potenciar los impactos ambientales positivos.

Las principales obras de cada componente del proyecto definido en el Estudio de Identificación y optimizadas en el presente Estudio deben formar parte de los Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental (EEIA).

En función a la categorización de la Ficha Ambiental y recomendaciones emitidas en la misma, el Consultor deberá estructurar y desarrollar los estudios y la elaboración de documentos complementarios para su incorporación en el documento y fines pertinentes, en el marco de lo establecido en la Ley 1333 y sus respectivos reglamentos anexos y conexos.

Para la elaboración de los Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental (EEIA), el Consultor deberá conformar un equipo multidisciplinario de profesionales según especialidades a requerirse.

Para la elaboración de cada EEIA de cada componente del Proyecto, el Consultor deberá realizar todos los análisis, estudios y otras actividades necesarias para la correcta caracterización, el establecimiento de los parámetros ambientales de línea base, la identificación de los impactos ambientales y las medidas de mitigación, prevención, corrección, control, entre otros.

Se considerará como cumplimiento de trabajo del Consultor en temas de medio ambiente y gestión social, cuando este entregue, los Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental aprobados por el Cliente, e inicio de trámites correspondientes (si corresponde) para la emisión de la Declaratoria de Impacto Ambiental – DIA (Licencia Ambiental) de los componentes del Proyecto.

El Consultor, está en la obligación de subsanar todas las observaciones emanadas por las autoridades ambientales pertinentes, tales como el Organismo Sectorial Competente (OSC), Autoridad Ambiental Competente Nacional (AACN) y Servicio Nacional de Áreas Protegidas (SERNAP) dentro la vigencia del contrato, si corresponde.

En este contexto, para la elaboración de los Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental del proyecto, de forma orientativa, sin ser limitativo, y deberá adecuarse a la estructura y contenido de las recomendaciones de la Categorización correspondiente, sin embargo deberá incluir lo siguiente:

### **6.30 RESUMEN EJECUTIVO**

El Consultor deberá elaborar y presentar el resumen ejecutivo del EEIA de cada componente del proyecto. Este resumen debe proveer en forma sistemática la información más relevante que proporcione la comprensión de los resultados del EEIA.

El resumen del EEIA, deberá contener como mínimo, los siguientes puntos:

- Síntesis del proyecto,
- Síntesis del estado actual del medio ambiente y socio-económico,
- Resumen de los principales impactos ambientales previstos,
- Síntesis de las medidas de prevención, mitigación y compensación a aplicarse,
- Síntesis del Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental,
- Síntesis de los programas de abandono, cierre de operaciones y restauración,
- Resumen del proceso y resultados de la Consulta Pública,
- Otros aspectos importantes que El Consultor considere incluir.

## **6.31 INTRODUCCIÓN**

### ***Antecedentes***

Se deberá contemplar los aspectos relevantes desde la concepción del componente del proyecto hasta la actualidad, enfatizando en los estudios e investigaciones, así como los trámites realizados ante las autoridades involucradas.

### ***Objetivos***

Describir los objetivos tanto generales como específicos, referente al EEIA de cada componente del proyecto y a las recomendaciones de la categorización correspondiente, teniendo como base la descripción, caracterización y análisis del medio ambiente (físico, biótico y social) en la cual se pretende desarrollar el proyecto, la identificación y evaluación de los impactos generados por las actividades de cada componente del proyecto y diseño de las medidas de prevención, mitigación, corrección y compensación de los impactos generados.

### ***Identificación del Promotor y la Consultora***

Para la identificación del Promotor del Proyecto y la Consultora responsable de la elaboración del EEIA, se deberá llenar como mínimo la siguiente información: Nombre y razón social, Domicilio legal, Representante legal, Teléfono, Fax, E-mail de contacto, Web.

### ***Metodología***

Describir la metodología a ser utilizada para el desarrollo del EEIA, la cual debe incluir tanto para el trabajo de campo como de gabinete, lo referente al levantamiento de información primaria y secundaria, la identificación y evaluación de impactos ambientales y el diseño de las medidas de prevención, mitigación, corrección y compensación de los impactos generados.

### ***Alcance del EEIA***

El alcance del EEIA de cada de componente del Proyecto, deberá desarrollarse tomando en cuenta las disposiciones reglamentarias existentes en Bolivia, en especial los requerimientos establecidos en el Reglamento de Prevención y Control Ambiental (RPCA), así como en conformidad con el informe de categorización emitido por el Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambios Climáticos y de Gestión y Desarrollo Forestal.

### ***Equipo multidisciplinario participante en el EEIA***

Se deberá presentar el listado de los profesionales que participaron en la elaboración del EEIA, así como una relación de su participación y responsabilidad en la elaboración de

cada documento. Es necesario que por lo menos tres (3) de los profesionales del equipo multidisciplinario que adjunten en el anexo una fotocopia sus certificados RENCA (Registro Nacional de Consultoría Ambiental).

### **6.32 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

Se debe realizar la descripción técnica de cada componente del Proyecto, se deberá elaborar considerando como mínimo los siguientes puntos:

#### ***Localización del proyecto***

Se debe especificar de manera esquemática, la localización político administrativa y geográfica de cada componente del proyecto y su área de influencia.

Localizar cada componente del proyecto en un mapa georreferenciado en coordenadas UTM a escala 1:25.000, y sobrepuerto a imágenes satelitales.

#### ***Descripción de las alternativas***

Se debe realizar la evaluación de las diferentes alternativas de cada componente del proyecto (ubicación, tipo de central, etc.), y la selección de la alternativa más eficiente desde el punto de vista ambiental, social y económico, incluyendo la evaluación de los peligros que pueden afectar la viabilidad de cada componente del proyecto o actividad.

A su vez de debe realizar una descripción y un análisis del proceso de selección de las alternativas, justificando cada uno de los criterios utilizados, los cuales permitirán seleccionar la mejor alternativa. Además se debe evaluar que en el área de cada componente del proyecto se encuentran áreas protegidas de carácter nacional, departamental y municipal.

#### ***Justificación del Proyecto***

Presentar los justificativos técnicos, económicos y ambientales para la implementación de cada componente del proyecto.

Describir las razones que llevaron al Promotor a proponer el proyecto en sus diferentes componentes, dejando claros los beneficios económicos, sociales y/o ambientales esperados.

#### ***Descripción de las características de los componentes de las obras principales y anexas del proyecto;***

Especificar las características técnicas de cada componente del proyecto en las diferentes etapas, capacidad a instalar, especificando la escala de producción real anual, acompañada de los respectivos diseños tanto de perfil como de planta de las diferentes obras, tales

como: presa, vertedero, obras de desviación, captación, conducción y casa de máquinas entre otras; características del embalse y caudales aprovechables, características de operación.

También se deberá describir los volúmenes de corte y relleno, materiales necesarios (ubicación de las fuentes y volúmenes a emplear), sitios de ubicación y disposición de excedentes de materiales de excavación, y demás obras o actividades que se consideren necesarias.

Para la descripción de cada una de las etapas de desarrollo de cada componente del proyecto, se deberá tomar en cuenta lo siguiente:

▪ **Etapa de construcción**

- Descripción de las obras a construir y/o adecuar, tales como caminos de acceso nuevos o existentes, obras de desviación (túneles), derivación, captación, conducción, entrega, casa de máquinas, entre otras).
- Descripción de los métodos constructivos e instalaciones de apoyo (campamentos, oficinas, almacenes, talleres, entre otros).
- Ubicación y características de las plantas de triturado, concretos y asfaltos, en caso de requerirse, al igual que áreas de beneficio.
- Estimativo de los volúmenes de descapote, corte, relleno y excavaciones, especificados por tipo de obra o actividad.
- Ubicación de los sitios de disposición de materiales sobrantes.
- Estimación de la mano de obra requerida.
- Cronograma de actividades de construcción de cada componente del proyecto.
- Estimación del costo total de construcción del cada componente del proyecto.

▪ **Etapa de operación y mantenimiento**

- Estimación de los caudales aprovechables y del caudal remanente a dejar aguas abajo del sitio de los embalses, incluyendo el caudal ecológico.
- Descripción de las características técnicas de operación y mantenimiento de la central (presa, embalse, derivación, captación, conducción, generación, entre otros).
- Ubicación y características de los campamentos, oficinas, almacenes y talleres, de requerirse durante la operación y mantenimiento.
- Descripción de las actividades de manejo y disposición final de los sedimentos atrapados en las estructuras de retención y derivación.
- Requerimiento de uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales renovables para la operación cada componente del proyecto.
- Estimación de la mano de obra requerida.

- Estimación del costo anual de operación y mantenimiento cada componente del proyecto.

***Descripción de las actividades en las diferentes etapas cada componente del proyecto;***

Se definirán y describirán las actividades de las diferentes etapas de cada componente del proyecto que pueden ocasionar los impactos ambientales en el medio ambiente y social.

***Aprovechamiento, uso y/o afectación de recursos naturales***

Presentar una síntesis de la caracterización de los recursos naturales que se utilizará, aprovechará o afectará durante las diferentes etapas cada componente del proyecto, incluyendo los permisos o autorizaciones requeridos.

- Aguas superficiales

Cuando se requiera la utilización de aguas superficiales, presentar como mínimo la siguiente información:

- Nombre de la fuente, sitio de captación (georeferenciada), información sobre caudales y calidad de agua,
- Volumen de agua requerido,
- Infraestructura y sistema de captación y conducción,
- Uso y volúmenes de agua debajo de la captación.

- Ocupación de cauces

- Identificar y caracterizar la dinámica fluvial de los posibles tramos o sectores a ser intervenidos.
- Describir las obras típicas a construir, la temporalidad y procedimientos constructivos.

- Materiales de construcción

Cuando se requiera de materiales de construcción para la ejecución de las obras civiles de cada componente del proyecto, se debe identificar, cuantificar y localizar (georreferenciado) los sitios que cuenten con autorizaciones, que respondan a la demanda del proyecto.

- Residuos sólidos

- Clasificación de los residuos domésticos, industriales y especiales.

- Alternativas de tratamiento, manejo y disposición e infraestructura asociada.
- Vertimientos

Cuando sea necesario realizar el vertimiento de aguas residuales, se debe describir el sistema de tratamiento, puntos de descarga, caudal, características del efluente (continuo o intermitente), clase y calidad del vertimiento.

***Descripción de las emisiones generadas,***

- Descripción de las fuentes de emisiones atmosféricas que se generarán en cuanto a: gases de combustión y partículas suspendidas por fuentes fijas y móviles.
- Descripción de las emisiones de ruido por fuentes fijas y móviles.

**6.33 DIAGNÓSTICO DEL ESTADO INICIAL DEL AMBIENTE EXISTENTE - LÍNEA BASE  
AMBIENTAL Y SOCIO-ECONÓMICO**

El Consultor deberá realizar a partir del análisis y sistematización de los Informes Ambientales del Estudio de Identificación, estudios específicos descritos anteriormente y la complementación de algunos estudios aquí especificados, además de otros que el Consultor considere necesarios, para así poder realizar una descripción amplia, detallada y clara del estado en que se encuentran los diferentes factores ambientales (medio físico, biológico, socioeconómico y cultural) del área de influencia directa e indirecta cada componente del proyecto, que deberán estar expresados en términos cuantitativos y cualitativos, debidamente respaldados por trabajos de campo y de laboratorio según corresponda.

Los resultados del análisis de la línea base ambiental y socio-económico, debe servir para la optimización de la concepción cada componente del proyecto y para la identificación de los impactos ambientales de cada aprovechamiento.

Se deberá realizar una descripción de las siguientes características:

***Definición de las áreas de influencia***

En cada EEIA se debe delimitar y definir las áreas de influencia de cada componente del proyecto con base en una identificación de los impactos que puedan generarse durante las etapas de construcción y operación – mantenimiento.

Para los medios abióticos y bióticos, se deberán tener en cuenta unidades fisiográficas naturales y ecosistémicas; y para los aspectos sociales, las entidades territoriales y las áreas étnicas de uso social, económico y cultural entre otros, asociadas a las comunidades asentadas en dichos territorios.

Para un mejor análisis del área de influencia de cada componente del proyecto, está se deberá dividir en área de influencia directa y área de influencia indirecta.

#### **- Área de influencia directa**

El área de influencia directa (AID) del proyecto, es aquella donde se manifiestan los impactos generados por las actividades de construcción y operación – mantenimiento; el mismo está relacionada con las áreas de las obras de cada componente del proyecto y su infraestructura asociada.

El área AID puede variar según el tipo de impacto y el elemento del ambiente que se esté afectando; por tal razón, se debe delimitar las áreas de influencia del tipo abiótico, biótico y socioeconómico.

La caracterización del AID debe ofrecer una visión detallada de los componentes del medio biótico, abiótico y socioeconómico, basándose principalmente en información primaria.

En el caso del proyecto, impacta áreas de importancia ambiental (RB TCO Pilón Lajas y PN ANMI Madidi), por este motivo, la caracterización deberá extenderse en mayor detalle.

En el caso del área de los embalses, para la definición del AID, se deberá tomar en cuenta el área inundada más una faja ribereña necesaria para la protección y operación de los embalses.

#### **- Área de influencia indirecta**

El área de influencia indirecta (AII), es el territorio donde los impactos ambientales (indirectos) trascienden el espacio físico de cada componente del proyecto y su infraestructura asociada, es decir, la zona externa al área de influencia directa y se extiende hasta donde se manifiestan tales impactos.

El AII deberá considerar el área situada aguas abajo de la presa, donde usualmente ocurren los efectos de la calidad del agua y del régimen de descarga, sobre tierras

inundables y sobre los consumidores agrícolas, urbanos e industriales de agua; sobre la pesca, la navegación y la estabilidad del lecho y de las márgenes en los sitios de descarga.

Así mismo, se debe considerar en el AII toda la cuenca hidrográfica localizada aguas arriba de los embalses, por tener una influencia significativa sobre la cantidad y calidad de agua que llega a cada embalse, en relación con el desarrollo urbano y rural, con las derivaciones de agua y con los vertimientos de aguas residuales y con el uso del suelo, especialmente en lo relativo a las prácticas predadoras de la vegetación y el suelo en general.

El Consultor deberá definir y presentar en un mapa base a escala 1:10.000 ó 1:25.000 el Área de Influencia Directa (AID) y el Área de Influencia Indirecta (AII).

### *Descripción de las Áreas Protegidas*

Las Áreas Protegidas son espacios territoriales con límites geográficos definidos que tienen una base legal específica y una categoría de manejo determinada, donde sus objetivos de creación están orientados principalmente a la protección y conservación de nuestro patrimonio natural y cultural.

Las Áreas Protegidas constituyen muestras representativas de los ecosistemas naturales y regiones biogeográficas de Bolivia.

Por su ubicación geográfica, el proyecto se superpone con las siguientes áreas protegidas:

- Área Protegida Nacional RB TCO Pilon Lajas
- Área Protegida Nacional PN ANMI Madidi

En este contexto, se debe realizar la descripción en forma detallada de los medios físicos, biológicos y socioeconómicos de las áreas protegidas con el propósito de considerar en la evaluación de impactos ambientales y a partir de sus resultados diseñar y formular las medidas de mitigación de los posibles efectos negativos y contribuir de esta forma con la conservación y recuperación de las zonas aledañas al embalse.

- Antecedentes,
- Ubicación, superficie y límites,
- Descripción del medio físico,
- Descripción del medio biológico,
- Descripción del medio socio-económico,
- Gestión y manejo del área protegida,
- Valores de conservación,
- Presiones sobre el área protegida.

## ***Descripción del medio ambiente físico***

### **- Clima**

Identificar, zonificar y describir las condiciones climáticas mensuales y multianuales del área, realizando una clasificación climática e índices climáticos, con base en la información de las estaciones meteorológicas existentes en la región.

Los parámetros básicos de análisis serán:

- Temperatura,
- Precipitación: media mensual y anual,
- Humedad relativa: media, máximas y mínimas mensuales,
- Viento: dirección y velocidad de los vientos,
- Radiación solar,
- Nubosidad,
- Evapotranspiración.
- Presión atmosférica,

### **- Calidad del aire**

Evaluar la calidad del aire, considerando:

- Las fuentes de emisiones atmosféricas existentes en la zona: fijas y móviles.
- La ubicación de los asentamientos poblacionales, las viviendas, la infraestructura social y las zonas críticas de contaminación.

Con base en lo anterior y las condiciones climatológicas de la zona, adelantar un programa de monitoreo del recurso aire en varios puntos de muestreo durante la elaboración del estudio. Este monitoreo debe efectuarse por lo menos en tres estaciones y días continuos.

Los parámetros a medir mínimamente serán:

- Partículas Suspendidas Totales (PST) o PM-10.
- Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>).
- Óxidos de Nitrógeno (NOx).
- Monóxido de Carbono (CO).

### **- Ruido Ambiental**

En cuanto al ruido ambiental, se debe considerar:

- Las fuentes de generación de ruido existentes en la zona.
- La ubicación de los asentamientos poblacionales, las viviendas y la infraestructura social.

Realizar un monitoreo de los niveles de presión sonora en zonas que se hayan identificado como las más sensibles (áreas habitadas). Los monitoreos deben realizarse de conformidad con los parámetros y procedimientos establecidos en la normatividad vigente, tomando registros en horarios diurnos y nocturnos.

Presentar en planos, las curvas de igual presión sonora (isófonas) en la zona de influencia de cada componente del proyecto. Estos niveles, se deberán comparar con las normas vigentes.

La caracterización del ruido, se realizará teniendo en cuenta los usos del suelo, el tipo de proyecto y las densidades poblacionales en el área de influencia.

- Recursos hídricos:

- Hidrología superficial (Identificar los sistemas lóticos de cada componente del proyecto).
- Identificar cuencas y redes de drenaje.
- Describir y localizar la red hidrográfica e identificar la dinámica fluvial de las fuentes que pueden ser afectadas por cada componente del proyecto, así como las posibles alteraciones de su régimen natural (relación temporal y espacial de inundaciones).
- Realizar el inventario de las principales fuentes contaminantes, identificando el generador y tipo de vertimiento.
- Determinar el régimen hidrológico y los caudales máximos, medios y mínimos mensuales, multianuales de las fuentes a intervenir.
- Hidrología subterránea.
- Realizar el inventario de puntos de agua que incluyen pozos y manantiales.
- Determinar el caudal ecológico basado en una metodología de amplio reconocimiento en el medio científico, el cual ya fue analizado en los estudios específicos.

- Calidad del agua

Para las fuentes de agua susceptibles de intervención (captaciones, vertimientos, ocupación de cauces, entre otras) y localizadas en el área de influencia directa de cada componente del proyecto, realizar la caracterización físico-química, bacteriológica, considerando época seca y época de lluvias.

Los sitios de muestreo deben georeferenciarse y justificar su representatividad en cuanto a cobertura espacial y temporal. Servirán de base para establecer la

red de monitoreo que permita el seguimiento del ecosistema hídrico durante la construcción y operación de cada componente del proyecto.

Presentar los métodos, técnicas y periodicidad de los muestreos, realizando el análisis de la calidad del agua a partir de la correlación de los datos físico-químicos y biológicos.

El Consultor deberá medir por lo menos los siguientes parámetros:

- Caracterización física: temperatura, sólidos suspendidos, disueltos, sedimentables y totales, conductividad eléctrica, pH, turbidez y organolépticos.
- Caracterización química: oxígeno disuelto (OD), demanda química de oxígeno (DQO), demanda biológica de oxígeno (DBO), carbono orgánico, bicarbonatos, cloruros (Cl<sup>-</sup>), sulfatos (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), nitritos, nitratos, nitrógeno amoniacal, hierro, calcio, magnesio, sodio, fósforo orgánico e inorgánico, fosfatos, potasio, metales pesados, organofosforados, grasas y aceites, alcalinidad y acidez.
- Caracterización bacteriológica: coliformes totales y fecales.
- Caracterización hidrobiológica: perifiton, plancton (zooplancton y fitoplancton), bentos, clorofila “a”, macrófitas.

- Usos de agua

Realizar el inventario de los usos y usuarios, tanto actuales como potenciales de las fuentes a intervenir por cada componente del proyecto.

Determinar los posibles conflictos actuales o potenciales sobre la disponibilidad y usos del agua, teniendo en cuenta el análisis de frecuencias de caudales mínimos para diferentes períodos de retorno.

- Geología

Describir las unidades litológicas y rasgos estructurales, con base en estudios existentes en la zona e identificar y localizar las amenazas naturales como movimientos en masa, sismicidad, erosión y fallas geológicas activas.

Presentar la cartografía geológica detallada (unidades y rasgos estructurales) y actualizada con base en fotointerpretación y control de campo. Debe presentarse un mapa a escala adecuada.

- Fisiografía

Realizar una descripción fisiográfica de la zona.

- Geomorfología

Realizar una descripción geomorfológica de la zona con pendientes y altitudes.

Presentar el mapa geomorfológico con base en las unidades identificadas, haciendo énfasis en la morfogénesis y la morfodinámica del área de estudio, sobre la base de fotointerpretación y control de campo.

- Geotecnia

Con base en la información geológica, edafológica, geomorfológica, hidrológica, climatológica y de amenaza sísmica, realizar la zonificación y cartografía geotécnica.

Se debe presentar un mapa de zonificación geotécnica a escala adecuada de las áreas intervenidas por obras o actividades de cada componente del proyecto tales como: canteras, túneles, presa, préstamos y botaderos, entre otros.

- Suelos

- Realizar la clasificación y descripción de las unidades de suelos, con base en información primaria y secundaria considerando el ordenamiento territorial municipal.
- Identificar y cartografiar el uso actual y potencial del suelo.
- Establecer los conflictos de uso y sus posibles interacciones con los propósitos de uso de cada componente del proyecto.
- La información se presentará en mapas, que permitan apreciar las características de los suelos y relacionar las actividades de cada componente del proyecto con los cambios en el uso del mismo.
- Describir los estados erosivos y zonas de riesgo.

***Descripción del medio ambiente biológico***

La información debe tener carácter integral de forma que se obtenga una caracterización de este medio y se determine su sensibilidad, para posteriormente ser contrastada respecto a las actividades cada componente del proyecto.

- Ecosistemas Terrestres

Vegetación

Con base en el levantamiento de información primaria y con base a la información existente y estudios específicos, se debe:

- Identificar los diferentes ecosistemas y hábitats terrestres de importancia dentro el área de cada componente del proyecto.
  - Identificar, sectorizar y describir los diferentes tipos de cobertura vegetal existente. Caracterizar las diferentes unidades florísticas o formaciones vegetales reales y potenciales. Además se debe realizar un inventario de las especies de la zona de influencia, identificando las especies endémicas, amenazadas o en peligro, y de importancia ecológica, económica y cultural, entre otros.
  - Identificar los principales usos dados por las comunidades a las especies de mayor importancia.
  - Estimar la biomasa vegetal que será afectada por el proyecto.
  - Identificar, delimitar y describir ecosistemas sensibles y áreas naturales protegidas (RB TCO Pilon Lajas y PN ANMI Madidi).
- 
- Presentar un plano de cobertura vegetal, de zonas de vida, ecosistemas sensibles y áreas protegidas a escala de trabajo 1: 25.000 y de presentación 1: 50.000 o mayor, con base en la revisión de información secundaria y primaria.

El material colectado para la clasificación taxonómica debe ser entregado a las entidades competentes como el Herbario Nacional Martin Cárdenas de la Universidad Mayor de San Simón, o herbarios del país que cuenten con las colecciones debidamente certificadas.

#### Fauna

- Se debe realizar un inventario de las especies de la zona de influencia, identificando las especies endémicas, amenazadas o en peligro, y de importancia ecológica, económica y cultural, entre otros.
- Determinar en cada una de las unidades vegetales definidas, la dinámica de la fauna silvestre asociada y definir las interacciones existentes ya sea como refugio, alimento, hábitat, corredores de migración, sitios de concentración estacional y distribución espacial.
- Identificar especies indicadoras o bio-indicadores.

La información debe involucrar como mínimo los siguientes grupos: entomofauna (vectores e invertebrados en general), anfibios, reptiles, aves y mamíferos, teniendo en cuenta: La toponimía vernacular de la región; la clasificación taxonómica se deberá hacer hasta el nivel sistemático más preciso.

- Ecosistemas acuáticos

- Caracterizar los ecosistemas acuáticos y determinar su dinámica e importancia en el contexto regional, precisando si estos se encuentran ubicados en unidades de conservación en todas sus categorías y niveles, junto con aquellos al interior de ecosistemas sensibles y/o de manejo especial, con base en el levantamiento de información primaria e información existente y estudios específicos:
- Se debe realizar un inventario de las especies acuáticas y fauna asociada a ambientes acuáticos de la zona de influencia, identificando las especies endémicas, amenazadas o en peligro, especies en veda y de importancia ecológica, económica y cultural, entre otros de los cuerpos de agua que serán afectados.
- Identificar las especies ícticas principales que serán afectadas y determinar su importancia en términos ecológicos y económicos.
- Describir las rutas migratorias de especies ícticas en los cuerpos de agua y determinar la existencia de áreas de reproducción, lugares de desove de peces comerciables y hábitats de interés ecológico de peces migratorios y demás especies que requieran de un manejo especial, en base a los estudios específicos e información existente.
- Identificar las zonas de pesca y determinar las especies ícticas comerciales, cuantificando su productividad.
- Esquematizar el funcionamiento de la cadena trófica a nivel general en la cuenca alta del Beni
- Establecer el caudal mínimo requerido para asegurar la conservación de los ecosistemas propios de los cuerpos de agua que serán alterados. (Considerando el estudio específico anteriormente mencionado tomando la inundación como un evento que se debe garantizar para garantizar el funcionamiento ecológico de las lagunas)
- Poner en evidencia las posibles nuevas especies ícticas de interés para la ciencia, que se descubran en el desarrollo de los estudios.

El material colectado para la clasificación taxonómica debe ser entregado a las entidades competentes como la Unidad de Limnología y Recursos Acuáticos de la Universidad Mayor de San Simón, entre otras.

***Descripción del medio socio-económico***

- Demografía

Estructura de la población: Población total, composición por edad y sexo; distribución entre las áreas rurales y urbanas y su densidad.

Listado de las unidades territoriales afectadas por cada componente del proyecto, población total y población afectada en cada una de las poblaciones.

Dinámica poblacional: Caracterización de los tipos de grupos poblacionales (indígenas, colonos, campesinos, agricultores comerciales, ganaderos, pobladores urbanos y otros).

- Servicios públicos y sociales

Para el AID se debe hacer un análisis de la calidad, cobertura, infraestructura asociada, debilidades y potencialidades del servicio, en tanto se relacionen con el proyecto, así:

- Salud: número y tipos de centros de salud, número de personal médico, índices de mortalidad, índices de morbilidad y tipos de equipos e infraestructura
- Educación: niveles de educación, número de escuelas e instituciones de educación superior, número de estudiantes y profesores, y tasa de deserción escolar
- Infraestructura de servicios: instalaciones de tratamiento y abastecimiento de agua, instalaciones para la disposición o tratamiento de desagües.
- Medios de comunicación: (radio, prensa, televisión, emisoras comunitarias y otros medios).
- Infraestructura de transporte: (vial, aérea y fluvial).

- Aspectos productivos

Con el propósito de elaborar un panorama general sobre la dinámica económica regional, relacionada a cada componente del proyecto, se identificarán y analizarán los procesos existentes en la región.

Determinar las relaciones económicas, la estructura, dimensión y distribución de la producción y las dinámicas económicas locales para precisar en fases posteriores las variables que se verán afectadas con las actuaciones de cada componente del proyecto, para lo cual se debe definir y analizar:

- Estructura de la propiedad, formas de tenencia y conflictos asociados a la misma.
- Procesos productivos y tecnológicos: Se deben describir las principales actividades productivas a las que se encuentre articulada la vida económica de dicha área, los grupos sociales que adelantan estas actividades y la tecnología utilizada.

- Caracterización del mercado laboral actual: Se debe presentar la oferta de mano de obra existente, teniendo en cuenta la población económicamente activa y el nivel educativo de la misma con el objeto de analizar su afectación por la implementación de las diferentes fases del proyecto y el impacto sobre las dinámicas laborales de otras actividades productivas.
- Analizar los programas o proyectos privados, públicos y/o comunitarios, previstos o en ejecución, cuyo registro y conocimiento de sus características sea de importancia para el desarrollo del proyecto.

- Tendencias de desarrollo

Consultar los planes de desarrollo y de ordenamiento de las entidades territoriales en que se localiza el proyecto, planes de gestión ambiental regional, la existencia de proyectos regionales o nacionales formulados o en ejecución que involucren el área de influencia de cada componente del proyecto, con el objeto de articular el proyecto con las actividades productivas tradicionales y con las tendencias identificadas.

#### **6.34 CONSULTA PÚBLICA Y DIVULGACIÓN**

En el marco del Art. 162 del RPCA, El Consultor deberá realizar los talleres de Consulta Pública que sean necesarios, involucrando a todos los actores (instituciones sociales y administrativas y comunidades), situados en el área de influencia de cada componente del proyecto.

El EEIA de cada componente del proyecto, deberá incluir la realización de mínimo tres reuniones de Consulta Pública con la participación de los interesados del área de influencia del componente del proyecto.

- En la primera ronda de Consulta Pública, se deberá presentar un resumen del proyecto y explicar los términos de referencia del EEIA y el proceso de Consulta Pública y Divulgación, así como poner en conocimiento sobre el progreso en la preparación del informe del EEIA.

En esta primera ronda de Consulta Pública, se deberá escuchar las opiniones/recomendaciones de los interesados en el proyecto y dar respuestas para clarificar sus dudas y/o preocupaciones.

- En la segunda ronda de Consulta Pública, se deberá presentar un resumen de la presentación desarrollada durante la primera ronda de Consulta Pública y además de explicar en forma preliminar los potenciales impactos ambientales y sociales identificados y las medidas de mitigación propuestas.

En esta segunda ronda de Consulta Pública también se deberá escuchar las opiniones/recomendaciones de los interesados en el proyecto y dar respuestas para aclarar sus dudas y/o preocupaciones.

- En la tercera ronda de Consulta Pública, se deberá presentar un resumen de las presentaciones desarrolladas durante las dos primeras rondas de Consulta Pública y los resultados del informe del EEIA.

En la tercera ronda de Consulta Pública también se deberá escuchar las opiniones/recomendaciones de los interesados en el proyecto y dar respuestas para aclarar sus dudas y/o preocupaciones de los participantes.

El Consultor en coordinación con el Cliente, deberá realizar la difusión del informe impreso y digital (CD) del EEIA (documento de divulgación) del proyecto, el cual deberá estar a disposición de los interesados del proyecto durante 30 días calendario antes de realizar la tercera ronda de Consulta Pública. En cada uno de los sitios de divulgación, además se deberá incorporar un libro de actas con bolígrafos, con el propósito de que los actores involucrados y/o grupos interesados en el proyecto puedan incluir sus comentarios, inquietudes y/o recomendaciones.

La versión completa del Documento de Divulgación también deberá estar disponible en las páginas web de El Consultor y del Cliente durante todo el periodo de divulgación.

La identificación de los interesados en el proyecto para las tres rondas de Consulta Pública son las siguientes:

- Comunidades ubicadas en el AID del proyecto:

Las comunidades del AID según departamento, provincia y municipio que deberá tomarse en cuenta para las tres rondas de Consulta Pública serán las establecidas según los estudios a Nivel EI y otros que el Cliente proporcione al Consultor, el mismo que debe ser consensuado.

La lista de las comunidades, deberá ser actualizada y/o complementada en caso de ser necesario.

Se deberá cursar invitaciones para las tres rondas de Consulta Pública a las siguientes autoridades de las comunidades mencionadas, entre otros que se vea pertinente:

- Sub-alcaldías
- Autoridades originarias y no originarias
- Mancomunidades de Municipios
- Presidente y miembros de las Organizaciones Territoriales de Base (OTB)

- Miembros de juntas de educación, agua, electricidad.
  - Integrantes de clubes de madres, etc.
- Ministerios y Entidades del Gobierno Central
    - Ministerio de Medio Ambiente y Aguas (Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad y Cambios Climáticos, Dirección General de Medio Ambiente, Dirección General de Biodiversidad y Áreas Protegidas).
    - Ministerio de Hidrocarburos y Energía (Viceministerio de Energías Alternativas, Dirección General de Energías Alternativas, Dirección General Socio-Ambiental).
    - Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (Viceministerio de Tierras).
    - Ministerio de Desarrollo Económico (Viceministerio de Turismo).
    - Servicio Nacional de Áreas Protegidas (SERNAP)
    - Área Protegida Nacional RB TCO Pilon Lajas
    - Área Protegida Nacional PN ANMI Madidi
  - Autoridades del Gobierno Departamental y Regional
    - Gobernaciones (Beni y La Paz),
    - Alcaldes y Concejales de los gobiernos municipales
  - Otras Instituciones interesadas
    - Federación Regional Única de Campesinos (Beni y La Paz),
    - Comités Cívicos,
    - Comité de Desarrollo Productivo, Económico y Social (CODPES),
    - Centro de Investigación Agrícola Tropical (CIAT),
    - Fundación para el Desarrollo Frutícola (FDF), etc.
  - Organizaciones No Gubernamentales (ONGs).

Todas las organizaciones identificadas para la zona del Proyecto, en los diferentes estudios y que deberá ser actualizada.

Los resultados pertinentes de los talleres de la Consulta Pública, deberán ser incluidos en los capítulos correspondientes del EEIA.

### **6.35 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS SOCIO-AMBIENTALES**

La identificación y evaluación de los potenciales impactos ambientales del proyecto, se deberá realizar a partir del análisis de los efectos que en el ambiente podrían ocasionar las obras y actividades previstas en las etapas de construcción, operación-mantenimiento y abandono definitivo.

La identificación y evaluación de los impactos ambientales, se deberá realizar mediante una secuencia lógica de procedimientos, constituidos por las siguientes fases:

- Identificación de las actividades (acciones) principales del proyecto susceptibles a generar impacto ambiental:
- Identificación de los factores ambientales susceptibles a cambios por las diferentes actividades del proyecto
- Identificación de los impactos potenciales del proyecto en el medio ambiente y socioeconómico.

Para este propósito se debe utilizar una matriz de relación causa – efecto, que consiste en utilizar un cuadro de doble entrada, en la que se registran en el eje horizontal las actividades del proyecto en todas sus etapas, y en el eje vertical los factores ambientales de los medios físicos, biológicos y socioeconómicos.

- Valoración de los impactos ambientales y socioeconómicos

El método seleccionado por el Consultor deberá utilizar criterios que garanticen la mínima subjetividad al momento de hacer la valoración de impactos. Igualmente la valoración deberá ser interdisciplinaria, con el fin de hacer la valoración de una manera objetiva y efectiva.

La valoración de impactos deberá realizarse para las situaciones sin proyecto y con proyecto, con base en matrices causa efecto, que emplean indicadores de tipo cualitativo y cuantitativo.

El Consultor deberá describir el método de evaluación utilizado, indicando los criterios para su valoración y señalando sus limitaciones, acorde con las características ambientales del área de influencia del proyecto y sus actividades. Dicha evaluación debe contar con sus respectivas categorías de manera que facilite la ponderación cualitativa y cuantitativa de los impactos.

Una vez realizada la valoración de los impactos, se deberá realizar una explicación de los criterios técnicos que conducen a cada uno de los valores que se asigna, en la valoración de cada uno de los impactos.

Los impactos ambientales y socio-económicos sin ser limitativo, deberá considerar al menos los siguientes:

#### Medio Físico

- Impactos en el clima
- Impactos de contaminación por emisión de gases de combustión y material particulado.
- Impactos sobre los niveles de ruido

Incremento de los niveles de ruido como consecuencia del uso de maquinaria, equipos y vehículos durante la construcción del proyecto y durante la operación de la central.

- Impactos en la geología
- Impactos en la geomorfología
- Impactos en la hidrogeología

Se deberá realizar la evaluación de la hidrogeología aguas abajo del río objeto del embalsamiento, donde se analizará y concluirá sobre los posibles impactos en los suelos, en el ecosistema y en la productividad del área de influencia por posibles abatimientos del nivel freático, ante la reducción de caudales de la corriente embalsada, como consecuencia de los escenarios propuestos de operación del embalse.

- Impactos sobre los recursos hídricos
  - Cambios de régimen hidrológico,
  - Calidad del agua,
  - Estratificación térmica,
  - Descarga de caudales de generación,
  - Eutrofización,
  - Sedimentación.

El análisis del impacto de la sedimentación deberá realizarse desde el punto de vista del volumen muerto del embalse, la incidencia sobre el régimen hídrico aguas abajo y su influencia en los factores abióticos y bióticos.

- Impactos sobre el recurso tierra
  - Erosión y desestabilización de laderas,
  - Contaminación de suelos,
  - Destrucción del relieve y de suelos,
  - Sismicidad inducida,
  - Ocupación de suelos por las obras de cada componente del proyecto,
  - Morfología.

### Medio Biótico

- Impactos sobre los recursos biológicos
  - Desaparición de áreas forestales,
  - Pérdida de hábitats,

- Reducción de la fauna silvestre (terrestre y avifauna),
- Alteración de la composición y ubicación de la fauna silvestre,
- Reducción de la fauna acuática,
- Alteración de la composición y ubicación de la fauna acuática.

#### Medio socio-económico

- Impactos sobre los usos de la tierra,
- Impactos sobre el uso de recursos naturales,
- Impactos de proliferación de vectores,
- Impactos sobre las condiciones sociales
  - Dinámica poblacional,
  - Migración poblacional,
  - Mercado de trabajo y nivel de empleo,
  - Vivienda y servicios públicos,
  - Salud pública
- Impactos sobre la economía
  - Nivel de vida,
  - Desarrollo regional,
  - Actividades comerciales,
  - Actividades agropecuarias,
  - Navegación,
  - Pesca,
- Impactos sobre el paisaje,
- Impactos sobre el turismo,
- Impactos sobre la arqueología,
- Impactos sobre la seguridad y salud ocupacional.

#### **6.36 PROGRAMA DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN**

El Programa de Prevención y Mitigación (PPM) deberá ser diseñado y desarrollado de acuerdo a los Artículos 23(h) y 30 del RPCA de la Ley de Medio Ambiente No. 1333, y su importancia radica en considerar medidas destinadas a evitar, reducir, minimizar o compensar los impactos ambientales y sociales negativos y maximizar los impactos positivos, originados por las actividades de las etapas de construcción, operación – mantenimiento y abandono definitivo de cada componente del Proyecto.

De acuerdo al Artículo 30º del RPCA, el PPM deberá contener el diseño, descripción, cronograma de ejecución y ubicación de todas las medidas previstas para eliminar, reducir, remediar o compensar los efectos ambientales negativos.

En este contexto, la estructura del PPM deberá estar organizada en programas, subprogramas y actividades, según la naturaleza de los impactos a controlar y la escala de intervenciones propuestas.

Cada uno de los programas y/o subprogramas deberá contener la siguiente información: objetivos, metas, etapa, impactos a controlar, tipo de medida, acciones a desarrollar, lugar de aplicación, población beneficiada, mecanismos y estrategias participativas, personal requerido, indicadores de seguimiento y monitoreo, responsable de la ejecución, cronograma y presupuesto.

En este contexto, para el manejo de los impactos identificados y calificados, se sugiere contemplar como mínimo los siguientes programas y subprogramas:

- Programa de control de la calidad del aire y emisiones

El programa deberá incluir los sistemas y medidas de control de emisiones atmosféricas proyectadas y su ubicación, teniendo en cuenta la normativa ambiental vigente y su grado de eficiencia.

El Programa deberá desarrollarse tomando en cuenta los siguientes subprogramas:

- Subprograma de control de emisiones de gases de combustión,
- Subprograma de control de emisiones de material particulado,
- Subprograma de control de emisiones de ruido.

- Programa de manejo del recurso hídrico (hidráulico, hidrológico e hidrosedimentológico, hidrogeología)

En el Programa se deberá contemplar las medidas de manejo del recurso hídrico, para ello se deberá desarrollar los siguientes subprogramas:

- Subprograma manejo de cuerpos de agua,
- Subprograma de manejo de captación de agua,
- Subprograma de manejo de aguas de infiltración de los túneles de desvío,
- Subprograma de manejo hidrosedimentológico,
- Subprograma de manejo de aguas subterráneas.

- Programa de manejo del recurso suelo

El Programa deberá contemplar las medidas, obras y actividades de protección, manejo y conservación suelos, para ello, se deberá desarrollar los siguientes subprogramas:

- Subprograma de control de erosión y sedimentación,
  - Subprograma de control de contaminación,
  - Subprograma de manejo de taludes,
  - Subprograma de manejo y disposición de materiales de excavación.
- Programa de manejo de la vegetación

El Programa, deberá estar orientado a la conservación, restauración y compensación de la cobertura vegetal, considerando actividades tales como: revegetación y manejo de las sucesiones naturales en el contexto local, de tal forma que se garantice la minimización del efecto de fragmentación de los ecosistemas.

El Programa debe contener actividades y obras para resarcir y retribuir a las comunidades, regiones o localidades por los impactos ambientales ocasionados con la realización del proyecto.

El desarrollo del Programa, deberá contemplar los siguientes subprogramas:

- Subprograma de conservación, restauración y compensación de la cobertura vegetal,
- Subprograma de aprovechamiento forestal,

El Consultor deberá elaborar el Plan de Desmonte con Fines No Agropecuarios (PDM - na) del área de intervención directa del proyecto, para gestionar ante la Autoridad de Bosques y Tierras (ABT) departamental hasta la obtención de la autorización.

- Programa de manejo de la fauna terrestre y acuática

El programa deberá contemplar las medidas de salvamento contingente (ahuyentamiento, rescate y reubicación) de la fauna silvestre que será afectada tanto por la inundación del área del embalse (incluido su margen de seguridad), como por las actividades de deforestación. Las medidas de salvamento contingente estarán basadas en la búsqueda de animales en el río, por tierra y en los bordes del embalse, con el propósito de lograr el mayor número de avistamientos de fauna atrapada.

En base al estudio ecológico de los sitios de reubicación de la fauna silvestre, considerando oferta de hábitat y tipo de cobertura vegetal, se debe determinar rutas de fuga y corredores biológicos, áreas y accesibilidad, análisis de la capacidad de carga de los ecosistemas que recibirán fauna.

En base a las características constructivas del proyecto, se deberá diseñar e implementar otras de manejo y protección de la fauna silvestre, los cuales deberán incluirse en los siguientes subprogramas:

- Subprograma de manejo la pesca comercial y de subsistencia,
- Subprograma de manejo de artrópodos,
- Subprograma de manejo de la herpetofauna,
- Subprograma de manejo de la avifauna,
- Subprograma de manejo de la mastofauna terrestre,
- Subprograma de manejo de la mastofauna acuática y rivereña,
- Subprograma de manejo y rescate de peces.

- Programa de gestión de residuos sólidos y líquidos

Se deberá proponer un sistema de clasificación de residuos (sólidos y líquidos), considerando el criterio de protección ambiental, el mismo deberá cumplir con lo dispuesto en el Reglamento de Gestión de Residuos Sólidos (RGRS), Reglamento para Actividades con Sustancias Peligrosas (LASP), y con todas las normas sanitarias vigentes.

El Programa se elaborará con la finalidad de establecer las medidas para realizar un manejo adecuado de los residuos generados por las diferentes actividades del proyecto, con el propósito de minimizar los riesgos al medio ambiente y a la salud.

El Programa deberá ser desarrollado de acuerdo a los siguientes subprogramas:

- Subprograma de residuos sólidos domésticos,
- Subprograma de residuos sólidos industriales,
- Subprograma de residuos líquidos domésticos,
- Subprograma de residuos sólidos industriales.

- Programa de gestión del reservorio

Las medidas del Programa de Gestión del Reservorio deberán estar incorporadas en los siguientes subprogramas:

- Subprograma simulación del ciclo de inundación,
  - Subprograma de gestión de sedimentos y purgas,
  - Subprograma de gestión de inundaciones.
- Programa de recuperación de áreas degradadas

Las medidas del Programa de Recuperación de Áreas Degradadas, deberán estar orientadas a restablecer la relación suelo/agua/vegetación.

Se deberá considerar medidas de limpieza del terreno, recomposición de paisajes, estabilización física y biológica de terrenos.

- Programa de manejo de sustancias peligrosas

Aparte de las medidas de manejo de sustancias peligrosas, El Consultor deberá elaborar el documento correspondiente en base al Reglamento para Actividades con Sustancias Peligrosas (RASP), con el propósito de obtener la Licencia pertinente.

- Programa de gestión de troncos y detritos flotantes y sumergidos

El programa deberá contemplar el diseño del sistema de intercepción de troncos, el monitoreo, ecología y destino final de troncos y detritos flotantes y sumergidos.

- Programa de manejo y control de macrófitas acuáticas

En base a su amplia experiencia, El Consultor, debe plantear las medidas preventivas, de control y correctivas para los casos de presentarse variaciones no contempladas de la presencia y abundancia de macrófitas acuáticas para la etapa de operación del proyecto.

- Programa de reposición e indemnización a poblaciones afectadas

El Programa de Reposición e Indemnización a Poblaciones Afectadas (PRIPA) deberá permitir identificar, cuantificar, cualificar y avaluar los predios del área del embalse (área inundada más una faja ribereña necesaria para la protección y operación del embalse), la infraestructura física tanto privada como pública, la infraestructura productiva, las áreas agrícolas y cualquier predio que será afectado por la construcción del proyecto. Adicionalmente, establecerán los mecanismos de compensación y propondrán, para cada caso específico, la manera en la que debe liberarse y cómo debe ser compensada la afectación.

El PRIPA deberá contener como mínimo el desarrollo de:

- Socialización de las actividades del PRIPA.
- Identificación de todos los afectados mediante Catastro físico de las infraestructuras privadas y públicas, áreas agrícolas, terrenos y otras mejoras que puedan existir en los predios, que se encuentre en el área de influencia directa del proyecto.

- Avalúos y catastros correspondientes de acuerdo a criterios y parámetros previamente establecidos y consensuados con los afectados, el cual deberá estar respaldado con actas y firmas.
- Para cada caso identificado, elaborar una propuesta de compensación con base en la información física relevada, el cual tendrá que contemplar, diseños de las viviendas, mejoras existentes, medios de subsistencia, los cuales deberán estar consensuados y respaldados con convenios, actas de conformidad.
- En base al análisis efectuado, presentar los costos de liberación de los predios afectados, el cual deberá contemplar el crecimiento económico del país, hasta el tiempo estimado de ejecución.
- Preparación del cronograma de implementación del PRIPA.
- Preparación del presupuesto de implementación del PRIPA.
- Elaborar la propuesta de seguimiento y monitoreo de la implementación del PRIPA.

Por otro lado, El Consultor deberá elaborar la estrategia de implementación del PRIPA.

El PRIPA deberá ser desarrollado de acuerdo a los siguientes subprogramas:

- Subprograma de adquisición de tierras y reposición,
- Subprograma de compensación social y apoyo económico,
- Subprograma de construcción de infraestructuras.
- Programa de contratación de mano de obra local

Como parte de los alcances de este programa, se desarrollarán las medidas que permitan un adecuado sistema de contratación de mano de obra local, para las diferentes etapas del proyecto, buscando evitar posibles conflictos por las expectativas de empleo que se puedan generar.

- Programa de seguridad y salud ocupacional

Las medidas del Programa de Seguridad y Salud Ocupacional se desarrollará en cumplimiento a la normativa pertinente nacional y deberá estar dirigido al personal que participará en las actividades de construcción y operación - mantenimiento del proyecto. Este programa deberá contemplar además los procesos de educación y capacitación.

- Programa de educación y capacitación

Este programa deberá presentar las acciones de educación, capacitación, difusión y concientización ambiental, respectos a los problemas ambientales que se pueden presentar en el área de influencia, como consecuencia de las actividades del proyecto, con el propósito de prevenir y/o evitar acciones que causen daño y/o destrucción de uno o más componentes del medio ambiente.

Se deberá proponer programas diversos de capacitación ambiental, para el fortalecimiento de los conocimientos técnicos de los actores locales a fin de conseguir una respuesta adecuada para la conservación de los recursos naturales.

- Programa de preservación del patrimonio cultural, histórico y arqueológico

El Programa tiene el propósito de proteger, conservar y valorizar el patrimonio arqueológico, histórico, paleontológico que se encuentran en el área de influencia directa del proyecto.

El Programa deberá considerar el estudio, preservación y revitalización del patrimonio, la prospección de rescate arqueológico y paleontológico, así como la educación patrimonial.

- Programa de relacionamiento comunitario

A través de este programa, se desarrollarán las medidas de comunicación social que permitan a las poblaciones a mantenerse en contacto y coordinación permanente con el Promotor del proyecto, para desarrollar una relación cordial que facilite y garantice la ejecución del proyecto.

El Programa deberá ser desarrollado de acuerdo a los siguientes subprogramas:

- Subprograma de comunicación con las poblaciones afectadas,
- Subprograma de comunicación interinstitucional,
- Subprograma de comunicación comunitaria.

Tomando en cuenta el cronograma del proyecto, el Consultor deberá elaborar el cronograma general donde se incluya cada uno de los programas y/o subprogramas planteados en el PPM.

Así mismo, el Consultor deberá elaborar el presupuesto general donde se incluyan los presupuestos para cada una de los programas y/o subprogramas, para las etapas de construcción, operación – mantenimiento y abandono definitivo del proyecto.

### **6.37 PLAN DE APLICACIÓN Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL**

En cumplimiento al Artículo 32º del RPCA de la Ley 1333 del Medio Ambiente, el Consultor deberá formular el Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental (PASA)

para las diferentes actividades a ejecutarse durante las etapas de construcción, operación – mantenimiento y abandono definitivo del Proyecto, con el propósito de supervisar, controlar y garantizar el cumplimiento de todas las medidas de prevención, mitigación y compensación establecidas en los programas y subprogramas del PPM.

Las actividades de seguimiento, control y monitoreo ambiental y social (medios abiótico, biótico y socioeconómico), deberá realizarse sobre las medidas de prevención, mitigación y compensación establecidas en los programas y subprogramas del PPM.

El PASA propuesto deberá elaborarse siguiendo lo establecido en el Artículo 32º del RPCA, el cual indica que deberá incluir:

- Los objetivos del Plan,
- Detalle de los aspectos sobre los cuales se realizará el seguimiento ambiental,
- La identificación de la información que responda a los objetivos,
- Los puntos y frecuencias de muestreo,
- El personal y los materiales requeridos,
- Las obras de infraestructura necesarias para la realización del Plan,
- La estimación de costos y el cronograma en el que se efectuará el Plan,
- Las funciones y responsabilidades del personal,
- Análisis o parámetros de verificación del cumplimiento del Plan,
- La previsión de elaboración de informes.

Adicionalmente, el Consultor deberá elaborar el cronograma y presupuesto de costos del PASA para las etapas de ejecución, operación – mantenimiento y abandono definitivo del proyecto.

### **6.38 ANÁLISIS DE RIESGOS Y PLAN DE CONTINGENCIAS**

En este capítulo, el Consultor deberá incluir la identificación de las amenazas o siniestros de posible ocurrencia, el tiempo de exposición del elemento amenazante, la definición de escenarios, la estimación de la probabilidad de ocurrencia de las emergencias y la definición de los factores de vulnerabilidad que permitan calificar la gravedad de los eventos generadores de emergencias en cada escenario. Esta valoración debe considerar los riesgos tanto endógenos como exógenos.

Durante el análisis de riesgo se deben considerar, al menos las víctimas, daño ambiental y la pérdida de materiales.

Con base en el análisis de riesgos, se deberá estructurar el Plan de Contingencia mediante el diseño de planes estratégicos, consistentes en la elaboración de programas que designen las funciones y el uso eficiente de los recursos para cada

una de las personas o entidades involucradas; planes operativos donde se establezcan los procedimientos de emergencia, que permitan la rápida movilización de los recursos humanos y técnicos para poner en marcha las acciones inmediatas de la respuesta; y un sistema de información, que consiste en la elaboración de una guía de procedimientos, para lograr una efectiva comunicación con el personal que conforma las brigadas, las entidades de apoyo externo y la comunidad afectada.

El Plan de Contingencia deberá contemplar los procedimientos de emergencias y contingencias durante las etapas de construcción y operación – mantenimiento del proyecto; entre ellos, se puede citar los siguientes:

- Atención de emergencias sanitarias (salubridad),
- Atención de emergencias de accidentes,
- Atención de emergencias por acumulación de gases tóxicos,
- Atención de incendios y explosiones,
- Atención de deslizamientos y derrumbes,
- Atención de derrames de combustibles,
- Atención de crecientes e inundaciones,
- Atención de emergencias por vertimiento de aguas de mala calidad por la descarga de fondo,
- Atención de amenazas por mala operación de las compuertas,
- Atención de emergencias por falla de la presa,
- Atención de emergencias por movimientos sísmicos,
- Atención de emergencias por terrorismo y orden público.

### **6.39 PROGRAMA DE ABANDONO, CIERRE DE OPERACIONES Y RESTAURACIÓN**

El Programa de Abandono, Cierre de Operaciones y Restauración de cada componente del proyecto, deberá contemplar una serie de actividades que se deben realizarse una vez finalizada la etapa de construcción y finalizada el periodo de vida útil de cada componente del proyecto y/o ante la ocurrencia de alguna situación que lo amerite, de tal manera, que las áreas intervenidas en ambos casos, sean acondicionados a su estado natural inicial o muy próximos en la que se encontraba.

Para el abandono definitivo del proyecto, es decir, una vez finalizada el periodo de vida útil del proyecto y/o ante la ocurrencia de alguna situación que lo amerite, las áreas e infraestructura intervenidas de manera directa por el proyecto, y que deban ser desmanteladas, deberá presentar la siguiente información:

- Etapas, procedimientos y materiales requeridos para la clausura del proyecto.
- Limpieza y destino de los equipos que conforman: los materiales y equipos de superficie, central hidroeléctrica, subestaciones y línea de transmisión eléctrica.
- Manejo, tratamiento y disposición de los residuos sólidos y líquidos generados durante el desmantelamiento.

- Presentar una propuesta de uso final del suelo en armonía con el medio circundante.
- Señalar las medidas de manejo y reconformación morfológica que garanticen la estabilidad y restablecimiento de la cobertura vegetal y la reconformación paisajística, según aplique y en concordancia con la propuesta del uso final del suelo.
- Estrategia de información a la comunidad y autoridades del área de influencia, acerca de la finalización del proyecto y la gestión social.

Se debe considerar las previsiones posteriores al cierre definitivo de cada componente proyecto, en los casos en que persistan los efectos sobre el medio ambiente al ceso de la actividad generadora.

#### **6.40 ANÁLISIS COSTO / BENEFICIO**

En base a la evaluación de los impactos positivos y negativos del proyecto y su expresión monetaria cuando corresponda, éstos deberán ser incluidos en la evaluación económica, ya sea como costos o como beneficios, según corresponda y se determinarán los parámetros de evaluación económica y social.

#### **6.41 MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL DEL PROYECTO**

En base a la recopilación de información en temas legales normativos en el ámbito de medio ambiente, en este capítulo, se presentará en forma esquemática, las Leyes, Reglamentos y demás normas de carácter ambiental nacional y/o internacional. También El Consultor, deberá presentar en forma esquemática, el marco jurídico e institucional, aplicable al EEIA de cada componente del Proyecto.

#### **6.42 BIBLIOGRAFÍA**

En éste capítulo, el Consultor deberá presentar toda la bibliografía citada y consultada para la elaboración del EEIA, que deberán estar especificadas por área de incumbencia de conocimiento y referenciada según normas.

#### **6.43 VACÍOS DE INFORMACIÓN**

El Consultor, en éste capítulo, deberá presentar todos los vacíos de información con los que ha podido encontrarse durante la elaboración del EEIA.

#### **6.44 OTROS DOCUMENTOS**

El EEIA debe incluir las referencias siguientes:

- Disposiciones legales aplicables al proyecto;
- descripción de las fuentes de información con referencias precisas;
- presentación de la bibliografía y de las referencias científicas y técnicas;
- indicación de las metodologías utilizadas para la evaluación ambiental;

#### **6.45 DOCUMENTO DE DIVULGACIÓN**

En forma adicional a la documentación que involucre los EEIAs de cada componente del Proyecto, el Consultor editará un resumen cuyo objeto será el de dar a conocer a la ciudadanía, a través de la Autoridad Ambiental Competente, los aspectos más importantes del estudio realizado. Este resumen contendrá como mínimo:

- Síntesis del proyecto;
- Síntesis del estado actual del ambiente (situación del proyecto);
- Principales impactos ambientales previstos;
- Síntesis de las medidas de prevención y mitigación así como del Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental;
- Síntesis de los Programas de Abandono, de Cierre de Operaciones, y de Restauración;
- Justificación del proyecto, obra o actividad.

#### **6.46 DOCUMENTOS DE LICITACIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN, PROVISIÓN, MONTAJE Y PUESTA EN OPERACIÓN**

Para la licitación de las obras, en principio, el Consultor definirá los siguientes componentes que serán objeto de licitaciones públicas internacionales:

- Construcción de todas las obras civiles del Proyecto.
- Diseño, provisión, transporte, montaje y puesta en operación de la(s) tubería(s) forzada(s) del Proyecto.
- Diseño, provisión, transporte, montaje y puesta en operación comercial del equipamiento hidromecánico del proyecto y del equipamiento hidro y electromecánico de la(s) central(es).
- Diseño, provisión, transporte, montaje y puesta operación comercial del equipamiento de la(s) subestación(es), que incluye las obras civiles asociadas.

La modalidad de licitación del proyecto podrá ser modificada en función a decisiones posteriores del Cliente, por ejemplo a través de un solo contrato que involucre la Ingeniería, Provisión y Construcción (EPC); debiendo el Consultor ajustar los Documentos de

Licitación a esta u otra(s) modalidades de contrato que se ajusten a la solicitud expresa del Cliente.

La normativa base, que el Consultor deberá utilizar para elaborar los aspectos administrativos y legales de los documentos de licitación, será definida en su momento por el Cliente.

### ***Obras Civiles***

El Consultor elaborará especificaciones técnicas para la licitación para la construcción de las obras civiles del Proyecto Hidroeléctrico El Bala (Chepete y Bala), a través de una Licitación Pública Internacional.

En principio, el Cliente ha determinado que la construcción de todas las obras civiles se realizarán a través de un solo contrato principal, que comprenderá la construcción de las obras de la presa y de desvío del río durante la construcción, obras de evacuación de crecidas y de disipación de energía, obras de toma, aducción de fuerza, chimenea de equilibrio, obras civiles de la galería de presión, casas de máquinas, obras de restitución de caudales, caminos de servicio, obras de protección, obras para infraestructura para el personal de operación y mantenimiento, campamentos, talleres, instrumentación para la auscultación de obras exteriores y subterráneas, etc..

La construcción de los caminos de acceso y obras complementarias, podrá ser objeto de un contrato independiente. La estructura de los documentos de licitación considerará que el pago al Contratista se realizará a través de la determinación de cantidades de obras realmente ejecutadas, a las que se aplicará precios unitarios de ítems de obra ofertados por el proponente adjudicado.

Para la licitación de obras, el seguimiento contractual y administrativo y técnico del Contrato, el control de la cantidad y calidad de las obras y la recepción provisional y definitiva de las obras, el Consultor elaborará los siguientes documentos, para cada uno de los contratos, de acuerdo a los lineamientos legales, institucionales, administrativos y comerciales:

- i. Instrucciones a los Proponentes.
- ii. Condiciones Generales de Contrato.
- iii. Condiciones Especiales de Contrato.
- iv. Especificaciones Técnicas.
- v. Especificaciones Técnicas de Protección Medioambiental, Seguridad Industrial, Salud
- vi. Ocupacional y Protección Social de poblaciones circunvecinas.
- vii. Formulario de Cantidades y Volúmenes de Obra.
- viii. Modelos de Contrato.
- ix. Planos de licitación.

Adicionalmente, el Consultor preparará informes específicos de información técnica referencial para los proponentes, en los siguientes aspectos:

- a. Hidrología del Río Camblaya (pluviometría, caudales medios mensuales y estudio de crecidas).
- b. Cartografía y topografía del área del Proyecto
- c. Geología y Geotecnia del Sitio de Implantación de Obras Principales y Anexas.
- d. Estudio de Materiales de préstamo para la construcción y agregados de hormigón.
- e. Áreas de préstamo de materiales, canteras y sitios de disposición final de escombros o material sobrante.

### ***Equipamiento***

El Consultor elaborará los documentos para la licitación del diseño, suministro, transporte, montaje, puesta en marcha y recepción del equipamiento hidro-electro-mecánico de la(s) Central(es) Hidroeléctrica(s) propuestas en el Proyecto Hidroeléctrico El Bala, de la(s) Subestación(es) de salida y líneas de transmisión, a través de licitaciones públicas internacionales. La licitación para el equipamiento será realizada con el diseño elaborado por el Consultor, de acuerdo a lo especificado en el alcance de trabajo.

Para la licitación del suministro del equipamiento completo que asegure el normal funcionamiento de las Centrales Hidroeléctricas planteadas en el Proyecto Hidroeléctrico El Bala, el seguimiento contractual y administrativo, técnico y de control de calidad del Contrato, el diseño, fabricación, transporte, montaje, puesta en marcha del equipamiento y la recepción provisional y definitiva, el Consultor elaborará, para cada uno de los contratos especificados, los siguientes documentos, bajo los lineamientos legales, institucionales, administrativos, técnicos y comerciales:

- i. Instrucciones a los Proponentes.
- ii. Condiciones generales de contrato.
- iii. Condiciones específicas de contrato.
- iv. Especificaciones técnicas para el diseño, fabricación, trasporte, montaje y puesta en marcha
- v. Modelos de Contrato
- vi. Planos de licitación.

### **6.47 ORGANIZACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO**

El Consultor analizará y definirá los métodos constructivos de las obras del Proyecto, realizará la planificación y programación de la construcción de obras provisionales y definitivas del Proyecto y del montaje de instalaciones y equipamiento de la(s) Central(es) Hidroeléctrica(s). Determinará por el método de la ruta crítica, el cronograma integrado de la ejecución de obras definitivas y provisionales, fabricación y montaje de equipamiento y

su conexión al Sistema Interconectado Nacional y la ejecución de todas las instalaciones y obras complementarias y auxiliares, incluyendo accesos a los sitios de obras.

En el marco de los estudios de organización de la construcción, el Consultor realizará una evaluación preliminar de los sitios potenciales de emplazamiento de las instalaciones de obra, incluyendo obradores, campamentos, oficinas, viviendas, áreas de servicio y recreación, almacenes, talleres, polvorines, áreas de estacionamiento, vías de circulación y acceso, canteras y bancos de materiales de préstamo, áreas potenciales para botaderos y vías de acceso a estos últimos.

El Consultor, determinará las cantidades de obra, identificación de frentes de trabajo y tipos de obras, cuantificará los volúmenes de materiales, equipamiento, mano de obra necesaria, necesidades de energía durante la construcción, las necesidades de telecomunicaciones y otras.

Con base al establecimiento de las condiciones de acceso existentes y las necesidades de apertura y habilitación de caminos de acceso a los frentes de obra y las condiciones hidrometeorológicas estacionales, que determinan las restricciones y posibilidades reales de trabajos de desvío de los ríos para trabajos de la(s) presa(s) y toma(s), identificará las obras y actividades que forman parte de la ruta crítica (camino crítico) de la ejecución de las obras, incluyendo la contratación, fabricación, transporte y montaje de equipamiento principal de la(s) central(es) hidroeléctrica(s).

Las restricciones relacionadas con los aspectos o precauciones ambientales, sociales o de preservación de bienes culturales o arqueológicos deberán ser identificadas en lo posible.

Se analizará la secuencia de habilitación de frentes de obra, su equipamiento y la secuencia de las actividades. Se determinará los rendimientos previsibles y ritmos de avance en las principales actividades y frentes de obra.

### ***Cronograma de ejecución del proyecto***

Se elaborará un cronograma de ejecución de obras, equipamiento, pruebas y puesta en marcha de la(s) central(es) hidroeléctrica(s), distinguiendo las siguientes etapas o actividades simultáneas o secuenciales:

- Proceso de licitación, calificación, adjudicación y firma de contrato.
- Mejoramiento de caminos de acceso y complementación con nuevas construcciones.
- Movilización de Contratista de Obras: Instalación de Faenas, implementación del campamento de Construcción y habilitación de servicios de energía eléctrica, telecomunicaciones, habilitación de canteras y bancos de materiales de préstamo, adquisición y transporte de equipo de construcción, reclutamiento de personal.
- Obras de desvío del o de los ríos durante la construcción.
- Construcción de Presa(s) y obras anexas.
- Construcción de tomas secundarias y de desvío.

- Construcción de aducciones secundarias.
- Construcción del sistema de aducción de fuerza (Tomas, túneles, chimenea de equilibrio, galería blindada, tubería forzada).
- Construcción de Casa(s) de Máquinas, restitución de aguas al río y de obras de la subestación.
- Diseño, fabricación, transporte, montaje, pruebas y puesta en marcha de equipamiento de casa(s) de máquinas.
- Diseño, fabricación, transporte, montaje, pruebas y puesta en marcha de equipamiento de Subestación y línea de transmisión de conexión al Sistema Interconectado.
- Diseño, fabricación, transporte, montaje, pruebas y puesta en marcha de equipamiento de hidromecánico de obras principales y secundarias.
- Entrega de obras e instalaciones, pruebas y puesta en marcha.
- Desmontaje, limpieza de los sitios y desmovilización del Contratista.

El Cronograma de ejecución de obras deberá ser el resultado de la optimización del uso de los recursos materiales y humanos, el tiempo y las condiciones hidrometeorológicas, entre otras.

El Consultor presentará memorias justificativas y cronogramas para aprobación de la Supervisión, para su utilización en la continuación de los estudios y la implementación del Proyecto.

#### **6.48 ANÁLISIS DE COSTOS DE CONSTRUCCIÓN Y EQUIPAMIENTO Y ELABORACIÓN DEL PRESUPUESTO**

El Consultor realizará, a nivel de diseño final, el análisis de costos de construcción, equipamiento, ingeniería, administración y contingencias, en base a todos los análisis e información pertinente del mercado, a fin de asegurar la estimación de costos ajustada a la naturaleza de la obra, su localización, la especificidad de los sitios, tipos y magnitud de obras, las condiciones de acceso y las condiciones hidrometeorológicas, así como la escala de las obras, los métodos y equipo de construcción aplicables y la procedencia de materiales en general, materiales de préstamo, distancias de transporte de escombros, suministro de equipamiento, caminos y vías de acceso e instalaciones provisionales entre otras. Asimismo, se considerará la secuencia resultante de un cronograma de ejecución, que optimice el uso de los recursos de equipo, mano de obra los materiales y las condiciones del tiempo y que tenga en cuenta las medidas de mitigación de impactos ambientales adversos o precauciones para evitarlos.

Los costos de las obras componentes del Proyecto deberán ser estimados en base a la determinación de las cantidades de obra y los costos unitarios específicos en las condiciones reales de mercado, al igual que los costos del equipamientos hidro-mecánicos, electro-mecánicos, eléctricos de la(s) central(es) hidroeléctrica(s), la subestación(es), la

línea(s) de transmisión y las obras secundarias y anexas a las obras principales. La desagregación de los componentes y la justificación de los costos deben ser adecuadas para el nivel de diseño final.

El Consultor deberá recopilar costos unitarios reales del mercado boliviano, en función de precios unitarios a ser definidos para todas las obras del Proyecto. Asimismo, deberá recopilar costos y precios de insumos y mano de obra, equipamiento y rendimientos de equipo y mano de obra, gastos generales y otros, para establecer los precios unitarios, en función de los métodos constructivos aplicables en cada caso.

Los costos de tuberías y del equipamiento serán documentados y respaldados en base a información de bancos de datos y de proyectos similares en la región y en el país y a cotizaciones presupuestarias de potenciales proveedores. Su aplicación será previo análisis crítico, que permita determinar las condiciones de aplicabilidad en Bolivia y en el caso específico.

La determinación de los costos sociales y ambientales tendrá lugar en base a la formulación de planes de mitigación de impactos sociales y ambientales. Incluirá los costos de indemnización daños y perjuicios ambientales, adquisición de terrenos y planes específicos de mitigación de impactos negativos.

Los costos de construcción y equipamiento de insumos y mano de obra nacionales deberán ser establecidos en moneda nacional de Bolivia (bolivianos), los costos de servicios personales, equipamiento y materiales importados deberán ser establecidos en Dólares de E.U.A. La tasa de cambio a utilizar será la publicada por el Banco Central de Bolivia, a la fecha de elaboración del presupuesto.

Los impuestos y aranceles de importación deberán ser desagregados.

El Consultor, en el marco de los estudios contratados elaborará una base de datos de información aplicable al proyecto y un análisis crítico de los márgenes de aplicabilidad. Realizará el análisis de precios unitarios de todos los ítems y de los de aplicación generalizada en los diversos frentes de obra y las diferentes obras, tales como: excavación simple, excavación en roca, excavaciones subterráneas y en túneles y los medios y medidas de sostentimiento temporal y definitivo, obtención, acopio y clasificación de agregados de hormigón y materiales de relleno, filtros, enrocado y otros, en función de la identificación de sitios de bancos de préstamo y canteras, utilización de material de excavación para rellenos y terraplenes, hormigones de diferentes especificaciones técnicas (hormigón en masa, hormigón ciclópeo, hormigón estructural, hormigón proyectado), acero de refuerzo, acero estructural, acero para fabricación de tuberías forzadas y compuertas, y demás ítems necesarios para el proyecto.

En base a las características determinadas para los caminos de acceso, el Consultor hará un análisis de las actividades constructivas, la utilización de equipo de construcción, las distancias de transporte para el depósito de escombros, establecerá los requerimientos de

mano de obra, materiales y tiempo de ejecución entre otros y establecerá el costo directo de construcción, los costos financieros del contratista, impuestos y los márgenes de utilidades, para determinar el precio de contrato de estas obras, para su eventual contratación separada. Igualmente se establecerá los costos de mantenimiento de estos caminos y vías de acceso durante el periodo de construcción del Proyecto.

En el aspecto ambiental, ubicara los buzones de colocación de los remanentes de la construcción provenientes de las excavaciones y construcciones específicas de los distintos componentes del Proyecto.

El Consultor determinará los requerimientos de ocupación de terrenos de dominio público y/o privado para la implantación de obras y los costos de indemnización, cuando corresponda.

Los costos de instalación de servicios de la construcción, campamentos, oficinas, talleres, almacenes y otras instalaciones temporales de apoyo a la construcción serán establecidos por el Consultor, en base al dimensionamiento de acuerdo a los requerimientos específicos del Proyecto de aprovechamiento hidroeléctrico, la cuantificación del personal necesario, los frentes de obra y las condiciones del sitio para su implantación de la infraestructura provisional y la organización de las tareas durante la construcción.

En la determinación de los costos a nivel de contratista se desagregará los costos directos de movilización, construcción, equipamiento, instalación, el costo de desmovilización y el valor residual de las instalaciones y equipo, los impuestos, gastos generales y márgenes de utilidad.

En cada caso serán cuantificadas las cantidades de obra y equipamiento necesario para las obras de desvío de aguas de los ríos, ataguías, canales, túneles, acueductos, equipo y servicios de agotamiento, etc. a fin de establecer el costo directo de la ejecución de estas obras y su mantenimiento durante la construcción. Los impuestos y los márgenes de utilidad serán desagregados.

Las obras como presas y obras anexas, tomas secundarias, obras de aducción secundaria, sistema hidráulico de aducción de fuerza (túneles, chimenea de equilibrio, galerías, pozos, obras civiles de tubería(s) forzada(s), Casa(s) de Máquinas, y obras de restitución de aguas al río, también serán objeto de análisis de precios unitarios, en base a las cantidades y volúmenes de obra establecidos en el diseño (cómputos métricos), la organización de la construcción y los requerimientos específicos de equipo de construcción, personal, servicios, materiales e insumos en general. Los presupuestos de cada obra serán desagregados por cantidades de obra y precios unitarios, y se identificará los costos directos de construcción, los impuestos y las utilidades.

La tubería forzada será objeto de análisis del costo de material de importación directa, con especificación de la calidad especificada, de costo CIF, transporte y seguros, aranceles e impuestos, costo directo de fabricación local de tuberías, control de calidad al 100%,

transporte al sitio de montaje, montaje, pruebas y puesta en marcha, con especificación de costos directos, impuestos y utilidades.

Los costos del equipamiento electromecánico deberán estructurarse al menos en suministro, transporte, seguros, aranceles, impuestos de internación, montaje y otros que se consideren relevantes. Estos costos deberán establecerse en base al diseño y establecimiento de las características técnicas del sistema y/o equipamiento seleccionado, respaldando en forma documentada los costos adoptados.

Los costos financieros del Contratista serán evaluados teniendo en cuenta condiciones usuales de contratos de obras en Bolivia, flujo de desembolsos previsto para el Contratista, anticipos y pagos a recibir por el Contratista.

Los imprevistos para el Cliente, serán cuantificados y justificados en base al análisis expost de los estudios de ingeniería y cuantificación de cantidades de obra, planificación, organización de la construcción y elaboración de presupuesto ejecutado por el Consultor.

Los costos de ingeniería, supervisión y administración de la construcción serán evaluados por separado, en base a las características específicas del proyecto. Los trabajos faltantes de investigación de campo, el diseño de licitación, el diseño de construcción, los frentes de obra para Supervisión de la construcción y el montaje, los recursos humanos necesarios, los costos directos de los servicios, los costos generales y administrativos y los márgenes de utilidad.

Sobre la base de los estudios de organización y planificación de la construcción, equipamiento, montaje, pruebas y puesta en marcha de la(s) Central(es) Hidroeléctrica(s), el Consultor deberá establecer un cronograma semestral de desembolsos de la construcción de obra, el equipamiento y los servicios de ingeniería y administración, por separado, para su utilización en el análisis económico y financiero. En este cronograma se desagregarán los requerimientos de moneda nacional y extranjera.

El Consultor deberá analizar las posibilidades de otorgar contratos separados para las vías de acceso, para determinadas obras, por su magnitud y especialidad (por ejemplo: presa, túnel principal, tubería forzada, casa de máquinas y el equipamiento).

El Consultor presentará el presupuesto del proyecto en base a las consideraciones y especificaciones antes indicadas, respaldado por memorias justificativas y planillas de cálculo.

## 7 REQUERIMIENTOS MÍNIMOS

### 7.1 PERSONAL TÉCNICO MÍNIMO REQUERIDO

El Proponente, deberá presentar un organigrama que detalle la estructura funcional y jerárquica, bajo la cual propone desarrollar los servicios.

El organigrama deberá indicar cada función y especialidad. También se deberá establecer claramente, el personal responsable de cada especialidad considerada en el servicio de consultoría.

De manera complementaria, el Proponente presentará el detalle del personal de apoyo técnico y administrativo, de manera de cumplir con el alcance descrito en los presentes Términos de Referencia, y cuya asignación será de cumplimiento obligatorio.

El personal mínimo será el siguiente:

Nº	Cargo a desempeñar	Formación	Experiencia específica	
			Área	Tiempo mínimo de desarrollo de la consultoría para ser considerada en la evaluación (en años)
1	Director de Proyecto	Ing. Civil o Hidráulico o Título equivalente en país de origen	Jefatura, Gerencia o Dirección de estudios de proyectos hasta diseño final y supervisión y/o fiscalización de construcción de grandes presas de más de 100 m de altura y/o centrales hidroeléctricas de más de 100 MW de potencia instalada.	10
2	Responsable de Área de Diseño de Proyectos Hidroeléctricos	Ingeniero hidráulico o Ing. Civil o título equivalente en país de origen	Jefe de Área/ Responsable de Área/Jefe de proyecto/Director de proyecto, diseño y/o construcción de proyectos hidroeléctricos, diseño y/o construcción de presas, obras de toma, túneles, obras de conducción.	10
3	Responsable de Sedimentología	Ing. Hidrólogo o Ing. Civil o título equivalente en país de origen o afín	Estudios sedimentológicos en centrales hidroeléctricas y/o fluviomorfodinámica aplica y/o erosión y/o agradación fluvial y/o sedimentación de embalses.	10
4	Responsable del diseño estructuras civiles hidráulicas	Ing. Civil o título equivalente en país de origen	Diseño estructural de obras especiales de centrales hidroeléctricas y/o vertedoras de excedencias y/o obras de disipación de energía y/o aducciones de fuerza y/o conductos forzados y/o casas de máquinas.	10
5	Responsable de área de diseño de obras subterráneas y túneles	Ing. Geólogo o título equivalente en país de origen o afín	Jefe de Área/ Responsable de Área/Jefe de proyecto/Director de proyecto, diseño y/o construcción de obras subterráneas, túneles, proyectos de infraestructura subterránea.	10
6	Responsable del Área de Presas	Ing. Civil o título equivalente en país de origen	Jefe de Área/ Responsable de Área/Jefe de proyecto/Director de proyecto, diseño y/o construcción de presas.	10

7	Responsable de Equipamiento	Ing. Mecánico o título equivalente en país de origen o afín	Jefe de Área/ Responsable de Área/Jefe de proyecto/Director de proyecto, diseño y/o supervisión de equipamiento de centrales hidroeléctricas y/o estructuras hidromecánicas y/o de instalaciones hidromecánicas que involucren turbinas, válvulas, compuertas, etc.	10
8	Responsable de Ingeniería Eléctrica	Ing. Eléctrico o Electromecánico o afín	Diseño de líneas de alta tensión y/o subestaciones eléctricas y/o sistemas de potencia	10
9	Responsable de Ingeniería Hidráulica	Ingeniero hidráulico o Ing. Civil o título equivalente en país de origen	Jefe de Área/ Responsable de Área/Jefe de proyecto/Director de proyecto, diseño y/o supervisión de diseño final y/o Factibilidad y/o Supervisión de construcción de grandes presas de más de 50 m de altura y/o centrales hidroeléctricas de más de 60 MW de potencia instalada	10
10	Responsable de Hidrología	Ing. Hidrólogo o Ing. Civil o título equivalente en país de origen o afín	Estudios hidrológicos y/o Modelos matemáticos de escorrentía y/o estimación de caudales y/o análisis de lluvias y/o aplicación de paquetes de modelación hidrológica.	10
11	Responsable de Ingeniería Electromecánica y sistemas de comunicación	Ing. Eléctrico o Electro-Mecánico o afín	Jefe de Área/ Responsable de Área/Jefe de proyecto/Director de proyecto, diseño y/o supervisión de instalaciones hidromecánicas, sistemas de protección, control, y/o de equipamiento de generación, sistemas SCADA en proyectos hidroeléctricos.	5
12	Responsable Medioambiental	Ingeniero Ambiental, Ingeniero agrónomo o afín	Estudios Ambientales de proyectos de infraestructura y/o hidroeléctricos. Y/o experiencia de trabajo en parques nacionales y/o infraestructura y/o participación en proyectos de turismo	5
13	Responsable de análisis económico de proyectos	Economista o afín	Evaluación de proyectos de uso múltiple y/o de centrales hidroeléctricas y/o infraestructura.	5
14	Responsable en la administración de Contratos	Ing. Civil o afín	Responsable de Área y/o Supervisor Evaluador y/o Trabajos en administración de contratos de Proyecto Hidroeléctricos.	5
15	Responsable de Costos y Presupuestos	Ing. Civil o Economista o afín	Evaluación de costos en centrales hidroeléctricas/o embalses y/o infraestructura	5
TODA LA DOCUMENTACIÓN DEBE SER RESPALDADA POR FOTOCOPIA SIMPLE				

## 7.1 EXPERIENCIA ESPECÍFICA DE LA EMPRESA

La experiencia específica mínima requerida es la siguiente:

#	Área de experiencia específica requerida	Tiempo mínimo requerido por cada consultoría para ser considerado en la evaluación de la experiencia específica de la empresa (en meses)
1	Estudios de diseño final de centrales hidroeléctricas (más de 100 MW).	10
2	Estudios de diseño final de grandes presas (más de 100 m de altura).	10
3	Diseño y supervisión de obras subterráneas, túneles y galerías. Al menos uno de gran diámetro (10m o mayor).	10
4	Diseño y especificaciones técnicas de centrales hidroeléctricas.	6
5	Estudios geológicos y geotécnicos en proyectos hidroeléctricos.	6
6	Estudios geológicos y geotécnicos para grandes presas.	6
7	Estudio de modelos hidrológicos y sedimentación de embalses.	6
8	Trabajos relacionados con Topografía, Geodesia, Fotogrametría, Cartografía, SIG.	6
9	Especificaciones técnicas, Supervisión de montaje de equipamiento hidromecánico, electro-mecánico y eléctrico de centrales hidroeléctricas y subestaciones.	6
10	Preparación de documentos de Licitación de obras y equipamiento similares.	6

**TODA LA DOCUMENTACIÓN DEBE SER RESPALDADA POR FOTOCOPIA SIMPLE**

## **8 PLAZO DEL SERVICIO**

El plazo establecido para el desarrollo del servicio, es de 15 meses (quince meses) a partir de la recepción de la orden de proceder por parte del proveedor.

## **9 PRESENTACION DE INFORMES Y/O PRODUCTOS**

Una vez adjudicado el servicio, el Consultor pondrá a consideración del Cliente, una propuesta de cronograma para la presentación de los informes y/o productos, con el objetivo de cumplir de la manera más adecuada con la presentación de la totalidad de los productos detallados en el presente TDR.

En el caso de los informes/productos sujetos a pago, el Consultor presentará la nómina de su personal dependiente y nivel de participación en el mencionado informe/producto, dicha nomina deberá estar acorde al organigrama propuesto por el Consultor.

### **9.1 INFORMES MENSUALES**

El Consultor se obliga a mantener permanentemente informado al Cliente de los servicios que viene realizando, para lo cual presentará informes mensuales, no repetitivos, en dos originales tanto al Cliente como a la Supervisión, acompañados de la versión en medio magnético editable, serán presentados al Cliente y contendrán el avance del trabajo, con el siguiente contenido mínimo:

- ✓ Antecedentes (breve descripción).
- ✓ Descripción del Estudio (Resumen), mencionando los hitos más importantes.
- ✓ Detalle de correspondencia
- ✓ Estado de avance del Estudio, indicando porcentaje de avance de cada actividad y relación con el programa de trabajo (cumplimiento o atraso).
- ✓ Problemas más importantes encontrados en la prestación del servicio y el criterio técnico que sustentó las soluciones aplicadas en cada caso.
- ✓ Información sobre modificaciones realizadas mediante Contrato Modificadorio (si se procesaron en el periodo).
- ✓ Si existiera atraso, identificar y describir los causales, efectos e incidencia en el desarrollo del programa de trabajo.
- ✓ Información financiera que detalle montos recibidos en relación a solicitudes de pago, amortizaciones por anticipo, etc.
- ✓ Personal asignado y tareas desempeñadas.
- ✓ Otros aspectos: Información gráfica y resultados de ensayos en laboratorio u otros estudios relacionados con el desarrollo y alcance de los propios estudios.

Se aclara que estos informes de actividades mensuales, no estarán sujetos a cobro alguno por parte del CONSULTOR.

### **9.2 INFORMES ESPECIALES**

Cuando se presenten asuntos o problemas que, por su importancia, incidan en el desarrollo normal del servicio, a requerimiento del Cliente o por iniciativa propia, el Consultor emitirá informe especial sobre el tema específico requerido, en un original con dos copias,

acompañados de la versión en medio magnético; conteniendo el detalle y las recomendaciones para que el Cliente pueda adoptar las decisiones más adecuadas:

- ✓ Sobre alguna situación específica, que por su importancia incida en el desarrollo normal del estudio, y amerite la elaboración de un Informe para su correspondiente análisis y determinación de líneas de acción.
- ✓ Cuando se traten de aspectos técnicos, se incluirán los antecedentes, el problema, las alternativas de su solución y la correspondiente recomendación fundamentada.
- ✓ Si el caso es administrativo, será respaldado por la documentación que exista y el comentario respectivo para proponer el curso de acción que corresponda.

Se aclara que los informes especiales no son sujetos a cobro alguno por parte del CONSULTOR.

### **9.3 PRODUCTOS CORRESPONDIENTES AL ESTUDIO DE DISEÑO TÉCNICO DE PREINVERSIÓN (EDTP)**

El Consultor presentará el EDTP, que deberá incluir cada uno de los puntos detallados en los términos de referencia aquí presentados. Los productos del EDTP (Productos de Consultoría), a ser entregado por el Consultor, deberán ser presentados de la siguiente manera, e incluirá mínimamente lo establecido a continuación:

#### **Producto 1. Informe de planificación de Estudios**

El Consultor realizará el plan de investigaciones complementarias de los componentes Chepete y Bala, plan de trabajo y criterios de diseño, en los casos específicos de los acápites de “Aforos” y “Modelación”, el Consultor presentará el reporte de la información básica a ser aplicada además de la estructura y planificación de las actividades enmarcadas en los mismos. La planificación estará sujeta a aprobación del Cliente.

Elaboración de ficha ambiental para las investigaciones Geotécnicas.

#### **Producto 2. Informe de Selección de Tipo de Presa**

Análisis de tipología de Presa, según lo especificado en el acápite “Análisis y Evaluación de Tipología de Presa”. Además incluirá un informe reporte de los trabajos de campo ejecutados, específicamente los levantamientos topográficos y avances en perforaciones de investigaciones geológicas, durante el periodo correspondiente a la gestión 2016.

#### **Producto 3. Informe de Estudios Complementarios - Parte 1**

El Consultor analizará la información proporcionada por el Cliente y realizará trabajos complementarios en campo, para contar con información suficiente para la realización de los trabajos en el marco del EDTP. Este informe contendrá las investigaciones realizadas según detalle y cronograma aprobado por el Cliente.

#### **Producto 4. Informe de Estudios Complementarios - Parte 2**

El Consultor analizará la información proporcionada por el Cliente y realizará trabajos complementarios en campo, para contar con información suficiente para la realización de los trabajos en el marco del EDTP. Este informe contendrá las investigaciones realizadas según detalle y cronograma aprobado por el Cliente.

Este informe contendrá todo lo expresado en el acápite “Estudios Complementarios para la obtención de la información básica”

#### **Producto 5. Ingeniería del Proyecto (Componente de Aprovechamiento Chepete)**

Este producto contendrá todo lo establecido en la “Ingeniería del Proyecto referente al Componente de aprovechamiento Chepete”.

#### **Producto 6. Ingeniería del Proyecto (Componente de Aprovechamiento Bala)**

Este producto contendrá todo lo establecido en la “Ingeniería del Proyecto referente al Componente de aprovechamiento Bala”.

#### **Producto 7. Estudios Ambientales**

Este producto contendrá todo lo establecido en el apartado correspondiente a “Estudios Ambientales”.

#### **Producto 8. Estudios Económicos y financieros**

Este producto contendrá todo lo establecido en el apartado correspondiente a “Estudios Económicos y Financieros”.

#### **Producto 9. Organización para la implementación del Proyecto y Documentos de Licitación**

Este producto contendrá todo lo establecido en el apartado correspondiente a “Organización para la Implementación del Proyecto”.

#### **Producto 10. Informe Final**

Este informe contendrá todos los Productos arriba Señalados, los cuales deberán estar actualizados con información obtenida en el avance del Estudio.

El Consultor se encargará de que todo lo especificado en los Términos de Referencia aquí presentados, se incluya de la mejor forma posible en los productos (informes) arriba detallados.

Para optimizar el avance de los estudios y permitir al Cliente efectuar un seguimiento oportuno de los mismos, el Consultor se compromete a facilitar información relacionada a productos intermedios, independientes de los arriba mencionados, para permitir al Cliente efectuar un seguimiento permanente al trabajo del Consultor, siendo estos requerimientos

de información intermedios, no sujetos a pago alguno. Este requerimiento de información por parte del Cliente, se aplicará especialmente a informes de trabajo de campo correspondientes a mediciones de caudal sólido y líquido, análisis de calidad de aguas, ensayos de geología y geotecnia, entre otros.

## **9.4 FORMA DE PRESENTACIÓN DE LOS PRODUCTOS, INFORMES DE CONSULTORÍA**

### **Productos de la consultoría**

Todos los productos generados por el Consultor, material escrito, digital, gráficos, diapositivas, películas, cintas magnéticas, programas de computación, resultados de laboratorio, muestras obtenidas en campo, testigos de las perforaciones (adecuadamente preservados en contenedores, de acuerdo a sus característica, y con respaldo fotográfico y/o videográfico), y demás productos generados durante el servicio de Consultoría, deberán ser entregados al Cliente, en oficinas de ENDE Cochabamba.

### **Informes de Consultoría**

Cada uno de los informes o productos a ser presentados por el CONSULTOR deberán presentarse de la siguiente manera:

- ✓ Un (1) ejemplar original impreso
- ✓ Dos (2) copias impresas
- ✓ Dos (2) copias en medio digital, formato editable (CDs, DVDs, BlueRay).

La carátula de cada volumen deberá incluir los siguientes elementos:

- ✓ Empresa Nacional de Electricidad.
- ✓ Título de la Consultoría.
- ✓ Nombre de la empresa consultora.
- ✓ Lugar y fecha.

Los documentos deben ser impresos en hojas tamaño carta.

Márgenes del documento: 3 cm de margen izquierdo y 2.5 cm de margen derecho, superior e inferior.

Tipo, tamaño de letra y espacio entre líneas: Arial, 12 puntos, espacio sencillo entre líneas.

La numeración de las páginas del documento, se posicionará en la parte inferior derecha de cada hoja.

Todos los informes deberán ser entregados en oficinas de ENDE Cochabamba.

## **9.5 FORMA DE PAGO**

Los pagos correspondientes al servicio de Consultoría se harán en función a los productos detallados en el apartado PRODUCTOS QUE DEBEN SER ENTREGADOS (INFORMES DE CONSULTORÍA), de la siguiente manera:

Pago N° 1. Equivalente al 10% del total del Precio Referencial contra entrega y aprobación del **Producto 1. Informe de planificación de Estudios Complementarios**

Pago N° 2. Equivalente al 20% del total del Precio Referencial contra entrega y aprobación del **Producto 2. Informe de Selección de Tipo de Presa**. Además incluirá un informe reporte de los trabajos de campo ejecutados, específicamente los levantamientos topográficos y avances en perforaciones de investigaciones geológicas, durante el periodo correspondiente a la gestión 2016.

Pago N° 3. Equivalente al 20% del total del Precio Referencial contra entrega y aprobación del **Producto 3. Informe de Estudios Complementarios - Parte 1**

Pago N°4. Equivalente al 5% del total del Precio Referencial contra entrega y aprobación del **Producto 4. Informe de Estudios Complementarios - Parte 2**

Pago N° 5. Equivalente al 5% del total del Precio Referencial contra entrega y aprobación del **Producto 5. Ingeniería del Proyecto (Componente de Aprovechamiento Chepete)**.

Pago N° 6. Equivalente al 5% del total del Precio Referencial contra entrega y aprobación del **Producto 6. Ingeniería del Proyecto (Componente de Aprovechamiento Bala)**

Pago N° 7. Equivalente al 5% del total del Precio Referencial contra entrega y aprobación del **Producto 7. Estudios Ambientales**

Pago N°8. Equivalente al 5% del total del Precio Referencial contra entrega y aprobación del **Producto 8. Estudios Económicos y financieros**

Pago N°9. Equivalente al 5% del total del Precio Referencial contra entrega y aprobación del **Producto 9. Organización para la implementación del Proyecto y Documentos de Licitación**

Pago N°10. Equivalente al 20% del total del Precio Referencial contra entrega y aprobación del **Producto 10. Informe Final**.

El pago se realizará por recepción de los productos especificados, siempre que los mismos cumplan con todo lo establecido en los términos de referencia aquí detallados, que hayan sido aprobados oficialmente y que estén a satisfacción del Cliente. Se deducirá de cada pago la proporción del anticipo entregado.

## **9.1 ANTICIPO**

Después de ser suscrito legalmente este Contrato, con objeto de cubrir gastos de movilización, ENDE entregará al CONSULTOR, a solicitud expresa de éste, un anticipo de hasta el veinte por ciento (20%) del monto del contrato, contra entrega de una Garantía de Correcta Inversión de Anticipo por el cien por ciento (100 %) del monto entregado. El importe del anticipo será descontado en cada pago parcial, hasta la recuperación del total otorgado por este concepto.

El anticipo deberá ser solicitado y hacerse efectivo antes del primer pago.

El importe de la garantía podrá ser cobrado por ENDE en caso de que el CONSULTOR no haya iniciado la prestación del servicio, o en caso de que no cuente con el personal y equipos necesarios para la realización del servicio estipulado en el contrato, una vez iniciado este.

Esta garantía original, podrá ser sustituida periódicamente deduciéndose el monto amortizado y ser emitida por el saldo que resta por amortizar. Las garantías substitutivas deberán mantener su vigencia en forma continua y hasta el plazo originalmente previsto.

ENDE llevará el control directo de la vigencia y validez de la garantía, en cuanto al monto y plazo, a efectos de requerir su ampliación o solicitar su ejecución.

## **9.2 PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN DE PRODUCTOS (INFORMES)**

El Cliente una vez recibidos los informes o productos detallados en el apartado anterior, que generan derechos de cobro, revisará cada uno de éstos de forma completa y hará conocer al CONSULTOR sus observaciones dentro del plazo máximo de diez (15) días hábiles computados a partir de la fecha de su presentación.

El Consultor se obliga a satisfacer dentro del plazo de diez (10) días hábiles de su recepción, cualquier observación y pedido de aclaración efectuado por el Cliente.

## **9.3 GARANTÍAS**

Las garantías a ser presentadas por el Consultor, son las siguientes:

- ✓ Garantía Bancaria de Cumplimiento de Contrato a primer requerimiento y ejecución inmediata, por el siete (7%) del monto de la propuesta (Esta Garantía podrá ser presentada por la Asociación o individualmente por uno o más socios a nombre de la Asociación, siempre y cuando cumpla con las características de renovable, irrevocable y de ejecución inmediata; y cubra el monto requerido) debiendo tener una validez de al menos dos meses posteriores al plazo Contractual.
- ✓ Garantía Bancaria de Correcta Inversión de anticipo a primer requerimiento cuando se solicite este anticipo, equivalente al cien por ciento (100%) del anticipo otorgado (Esta

Garantía podrá ser presentada por la Asociación o individualmente por uno o más socios a nombre de la Asociación, siempre y cuando cumpla con las características de: a primer requerimiento, renovable, irrevocable y de ejecución inmediata; y cubra el monto requerido). El monto total del anticipo no deberá exceder el veinte por ciento (20%) del monto total del Contrato.

#### **9.4 ORGANIGRAMA DEL CONSULTOR**

El Consultor se compromete a entregar un Organigrama detallado de todo su personal, en un periodo no mayor a tres semanas posteriores a la firma de contrato. Este organigrama deberá ser aprobado de manera expresa por el Cliente mediante nota oficial. El Consultor notificará al Cliente con anticipación en caso de pretender cambiar algún profesional del organigrama oficial, para lo cual solicitará autorización expresa del Cliente, debiendo el profesional tener una experiencia y formación similar o superior al que reemplazará, este procedimiento se efectuará de acuerdo a lo establecido contractualmente. La permanencia del personal propuesto será sometida a un control por parte del Cliente, la ausencia injustificada por periodos mayores a 30 días, podrá ser susceptible a la aplicación de multas.

#### **9.5 SUPERVISIÓN Y FISCALIZACIÓN**

Oportunamente, El Cliente hará conocer al Contratista el nombre de la empresa/Consultora o el Equipo de Profesionales que se encargarán de la Supervisión Técnica de los estudios. Asimismo, se aclara que el Cliente se hará responsable de la fiscalización de los estudios.

#### **9.6 CRONOGRAMA DE ENTREGA DE PRODUCTOS DEL CONSULTOR**

El Consultor se compromete a entregar un Cronograma con fechas específicas de entrega de Productos, en un periodo no mayor a tres (3) semanas posteriores a la firma de contrato. Este cronograma deberá ser aprobado por el Cliente, de manera expresa mediante nota oficial. El Consultor a partir del momento de aprobación del cronograma estará sujeto a multas, establecidas en el contrato, en caso de no cumplir con el mismo.

#### **9.7 OFICINA DEL CONSULTOR**

El Consultor deberá contar necesariamente con una oficina y personal en la ciudad de Cochabamba-Bolivia. El Director de Proyecto y su personal principal, detallados en el organigrama, deberán necesariamente trabajar en estas oficinas y tendrán su lugar de residencia en la ciudad de Cochabamba.

El Consultor, principalmente a través del Director de Proyecto, deberá mantener estrecha coordinación con la Supervisión y el Cliente, y mantener a esta última permanentemente informada respecto al progreso de los estudios, durante todo el desarrollo del servicio.

## **9.8 SUBCONTRATOS**

En ningún caso el Consultor podrá pretender autorización para subcontratos que no hubiesen sido expresamente previstos en su propuesta y sean expresamente autorizados por ENDE por escrito, previo análisis y evaluación de la documentación del Subcontratista, la misma que deberá ser presentada por el Consultor, para el Cliente se reserva el derecho de no aprobar los Informes de Consultoría respectivos, que generen derechos de pago, hasta que el Consultor no regularice todo lo aquí establecido.

El Consultor podrá efectuar subcontrataciones, que acumuladas no deberán exceder el treinta por ciento (30%) del valor total de este Contrato, siendo el Consultor directo y exclusivo responsable por los trabajos, su calidad y la perfección de ellos, así como también por los actos y omisiones de los subcontratistas y de todas las personas empleadas en el servicio.

Ningún subcontrato o intervención de terceras personas relevará al Consultor del cumplimiento de todas sus obligaciones y responsabilidades emergentes del presente Contrato.

## **9.9 CAPACITACIÓN Y TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO**

Durante la ejecución de la Consultoría, el personal del Cliente será beneficiado con transferencia de conocimiento, por parte del Consultor, de acuerdo a las áreas que sean requeridas, mediante la realización de talleres, cursos cortos, seminarios y otros que el Cliente considere necesarios. Esta capacitación y transferencia de conocimiento deberá ser realizada en oficinas de ENDE Cochabamba y no será sujeta a cobro alguno por parte del Consultor.

## **9.10 RESPONSABILIDAD PROFESIONAL DEL CONSULTOR**

El Consultor es el responsable directo y absoluto, del EDTP del Proyecto Hidroeléctrico “El Bala”, por lo cual deberá responder por el trabajo realizado, durante los siguientes 12 meses, computables desde la aceptación del informe final por parte de la entidad contratante, por lo que en caso de ser requerido para cualquier aclaración o corrección pertinente, no podrá negar su concurrencia.

En caso de no concurrir a esa convocatoria, la entidad contratante hará conocer por escrito esta situación al Órgano Rector (Ministerio de Hacienda), a efectos de

información y a la Contraloría General del Estado Plurinacional para los efectos pertinentes, en razón de que el servicio prestado fue realizado mediante un contrato administrativo, por el cual es responsable ante el Estado.

Para la firma del contrato, el Consultor dará fe que ha tomado conocimiento del Reglamento Básico de Preinversión vigente, elaborado por el Ministerio de Planificación del Desarrollo.

### **9.11 PROPIEDAD INTELECTUAL**

Todos lo producido bajo estos Términos de Referencia por el Consultor como ser, material escrito, digital, gráficos, diapositivas, películas, cintas magnéticas, programas de computación y demás documentación, en el desempeño de sus funciones pasarán a propiedad del Cliente, teniendo éste los derechos exclusivos para publicar o difundir documentos, informes que se originen a partir de dichos materiales. Este derecho continuará vigente aún concluida la relación contractual con la empresa consultora.

### **9.12 CONFIDENCIALIDAD**

Los materiales producidos por el Consultor, así como la información a la que este tuviere acceso, durante o después de la ejecución del servicio, tendrá carácter confidencial, quedando expresamente prohibida su divulgación a terceros (excepto al Cliente) por parte del Consultor, a menos que cuente con un pronunciamiento escrito por parte del Cliente en sentido contrario.