

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.	
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística	
P01 Gestión de contratación	
Versión: 3.0	Página:1 de 65



## TÉRMINOS DE REFERENCIA

### OBJETO DE LA CONTRATACIÓN:

**“SUR ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD Y FACTIBILIDAD PARA EL PROYECTO EÓLICO EL PIMO.”**

**UNIDAD OPERATIVA:**  
CELEC EP – CELEC SUR

#### Contenido

<b>1. TÉRMINOS DE REFERENCIA .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1 ANTECEDENTES .....</b>	<b>3</b>
<b>1.2 OBJETIVOS.....</b>	<b>5</b>
<b>1.2.1    OBJETIVO GENERAL .....</b>	<b>5</b>
<b>1.2.2    OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....</b>	<b>5</b>
<b>1.3 ALCANCE .....</b>	<b>6</b>
<b>1.3.1    FASE DE ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD:.....</b>	<b>7</b>
<b>1.3.2    FASE DE ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD:.....</b>	<b>8</b>
<b>1.4 METODOLOGÍA DEL TRABAJO.....</b>	<b>10</b>
<b>1.4.1    FASE DE ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD.....</b>	<b>10</b>
1.4.1.1 Planificación y coordinación inicial del proyecto.....	11
1.4.1.2 Cartografía y topografía.....	12
1.4.1.3 Análisis y caracterización del recurso eólico.....	15
1.4.1.4 Estudios geológicos, geomorfológicos y geotécnicos.....	18
1.4.1.5 Análisis de alternativas de vías de acceso, transportación de componentes y áreas de maniobra.....	23
1.4.1.6 Formulación de múltiples alternativas de configuración del parque eólico.....	28
1.4.1.7 Análisis de viabilidad financiera con modelo sombra.....	35
1.4.1.8 Evaluación multicriterio y selección de alternativa óptima .....	36
1.4.1.9 Integración de los resultados en un informe final de prefactibilidad.....	37
<b>1.4.2    FASE DE ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD .....</b>	<b>37</b>
1.4.2.1 Estudios geológicos, geomorfológicos, geotécnicos y sismológicos.....	39
1.4.2.2 Ingeniería y diseños.....	43
1.4.2.3 Validación técnica y optimización final del diseño.....	51
1.4.2.4 Estudios ambientales, gestión socioambiental y licenciamiento. ....	53
1.4.2.5 Análisis financiero del proyecto.....	57
1.4.2.6 Levantamiento de terrenos adyacentes.....	58
1.4.2.7 Integrar todos los estudios en el Informe final de factibilidad.....	58
<b>1.5 INFORMACIÓN QUE DISPONE LA ENTIDAD .....</b>	<b>58</b>
<b>1.6 PRODUCTOS O SERVICIOS ESPERADOS .....</b>	<b>59</b>
<b>1.6.1    Fase de prefactibilidad.....</b>	<b>59</b>
<b>1.6.2    Fase de factibilidad.....</b>	<b>59</b>

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.	
<b>M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística</b>	
<b>P01 Gestión de contratación</b>	
Versión: 3.0	Página:2 de 65



<b>1.7 PLAZO DE EJECUCIÓN .....</b>	<b>59</b>
<b>1.7.1 DETALLE DE PLAZOS PARCIALES .....</b>	<b>60</b>
<b>1.8 FORMA Y CONDICIONES DE PAGO .....</b>	<b>61</b>
<b>1.9 PERSONAL TÉCNICO / EQUIPO DE TRABAJO / RECURSOS .....</b>	<b>63</b>
<b>2. DETALLE DEL OBJETO DE LA CONTRATACIÓN .....</b>	<b>63</b>
<b>3. LOCALIDAD DONDE SE EJECUTARÁ LA CONTRATACIÓN.....</b>	<b>64</b>
<b>4. PERSONAL TÉCNICO MÍNIMO CLAVE .....</b>	<b>64</b>
<b>5. ANEXOS .....</b>	<b>65</b>

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.	
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística	
P01 Gestión de contratación	
Versión: 3.0	Página:3 de 65



## 1. TÉRMINOS DE REFERENCIA

### 1.1 ANTECEDENTES

El Ecuador ha definido como estrategia nacional la diversificación de su matriz energética mediante la incorporación de energías renovables no convencionales. El Plan Maestro de Electricidad constituye la herramienta estratégica para el desarrollo energético ecuatoriano, articulándose con la Estrategia Nacional para el Cambio de la Matriz Productiva que busca la transición hacia un sistema energético sostenible. Esta política busca diversificar la matriz energética hacia fuentes renovables (eólica, fotovoltaica, geotérmica y biomasa) para reducir la dependencia de las hidroeléctricas.

El marco regulatorio del sector está liderado por la Agencia de Regulación y Control de Electricidad (ARCONEL), entidad que regula y controla las actividades del sector eléctrico, complementado por regulaciones específicas y las reformas al Reglamento de la Ley del Servicio Público de Energía. El país cuenta además con el Atlas Eólico del Ecuador, herramienta fundamental para identificar sitios óptimos para el desarrollo de proyectos eólicos.

Mediante Decreto Ejecutivo No. 220, de 14 de enero de 2010, se creó la Empresa Pública Estratégica Corporación Eléctrica del Ecuador, CELEC EP, publicado en Registro Oficial No. 128 del 11 de febrero de 2010, como entidad de Derecho Público con personalidad jurídica y patrimonio propio, dotada de autonomía presupuestaria, financiera, económica, administrativa y de gestión.

Mediante oficio Nro. CELEC-EP-2023-0555-OFI de 27 de marzo de 2023, la Gerencia General de CELEC EP presentó al Viceministerio de Electricidad y Energía Renovable – VEER – un portafolio de proyectos como candidatos para la elaboración del Plan Maestro de Electricidad y solicitó la aprobación para que CELEC EP continúe con los estudios y permisos requeridos en distintos proyectos, estando entre estos el Proyecto Eólico El Pimo.

Con oficio Nro. MEM-VEER-2023-0146-OF de 24 de mayo de 2023, el Viceministerio de Electricidad y Energía Renovable responde autorizando a que CELEC EP continúe con su gestión en el desarrollo de los estudios técnicos de los proyectos en sus distintas etapas, para su consideración en el Plan Maestro de Electricidad.

Con Memorando Nro. CELEC-EP-2025-1097-MEM, de 07 de febrero de 2025, la Dirección de Planificación y Desarrollo de Proyectos de la Expansión, solicitó a la Gerencia General Subrogante de CELEC EP, en su parte pertinente lo siguiente:

*"(...) con el fin de poder continuar con el desarrollo de las actividades y acciones necesarias para la contratación de los estudios de los proyectos de generación del (...) y P.E. El Pimo me permito solicitar lo siguiente:*

*Delegación a Unidad de Negocio CELEC Sur en coordinación con la DPDPE para el desarrollo de estudios de proyectos de generación.*

A. *Se recomienda viabilizar una delegación formal mediante, salvo su mejor criterio, una resolución administrativa a la UN CELEC Sur, para la ejecución de las acciones necesarias en las etapas preparatoria, precontractual y contractual con el fin de contratar y obtener los estudios de los proyectos (...) y P.E. El Pimo entre ellas:*

*Elaboración de documentación para la fase preparatoria, tales como los Términos de Referencia, Estudio de Mercado con sus correspondientes anexos, solicitud de contratación, entre otros.*

*Conformar la Comisión Técnica de Contratación de los estudios.*

*Administración y Ejecución de Contratos.*

*(...)"*

Con Resolución No. CEL-RES-0042-25 del 18 de febrero del 2025 la Gerencia General Subrogante de CELEC EP resuelve:

*"(...) Artículo 1.- Disponer a la Dirección de Planificación y Desarrollo de Proyectos de Expansión, a través de su Director, bajo su exclusiva responsabilidad y previa verificación del cumplimiento de todos los requerimientos técnicos, económicos y legales aplicables, de conformidad con la normativa legal respectiva,*

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.	
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística	
P01 Gestión de contratación	
Versión: 3.0	Página:4 de 65

*preparen toda la documentación e informes necesarios de los Proyectos (...) y PE El Pimo, a fin de que sea traspasado a la Unidad de Negocio CELEC EP CELEC SUR, para que, en función de las directrices de la Dirección de Planificación y Desarrollo de Proyectos de Extensión se realice las gestiones necesarias a nivel corporativo y se coordinen los trabajos con la mencionada Unidad de Negocio. (...).*

**Artículo 2.- Designar a la Gerencia de la Unidad de Negocio CELEC EP CELEC SUR, para que, bajo su exclusiva responsabilidad y previa verificación del cumplimiento de todos los requerimientos técnicos, económicos y legales aplicables, de conformidad con la normativa legal respectiva, lleve a cabo la ejecución de las diferentes fases de desarrollo de campo de los Proyectos (...), PE El Pimo (...).**

El Proyecto Eólico Pimo ha sido identificado por CELEC EP como una de las iniciativas prioritarias dentro del Plan de Expansión de Generación (2023 – 2032) del SNI, del cual se proyecta el ingreso de 585 MW eólicos.

Este proyecto contribuirá a la seguridad y capacidad energética nacional, diversificación de la matriz energética y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

Como se muestra en la Figura 1, el proyecto eólico El Pimo se ubica en las comunidades de Pimo y Can Can, provincia del Azuay, a 3,800 metros sobre el nivel del mar, en la Cordillera Occidental de Los Andes Sur, en zona de páramo, con orientación norte-sur y una extensión aproximada de 18 kilómetros. El área seleccionada se encuentra fuera de parques nacionales y áreas protegidas, a 18 kilómetros de Soldados.

Este proyecto está planteado como el primer sistema de generación eléctrica eólica en Azuay y se espera que aporte con aproximadamente 650 GWh / año, A

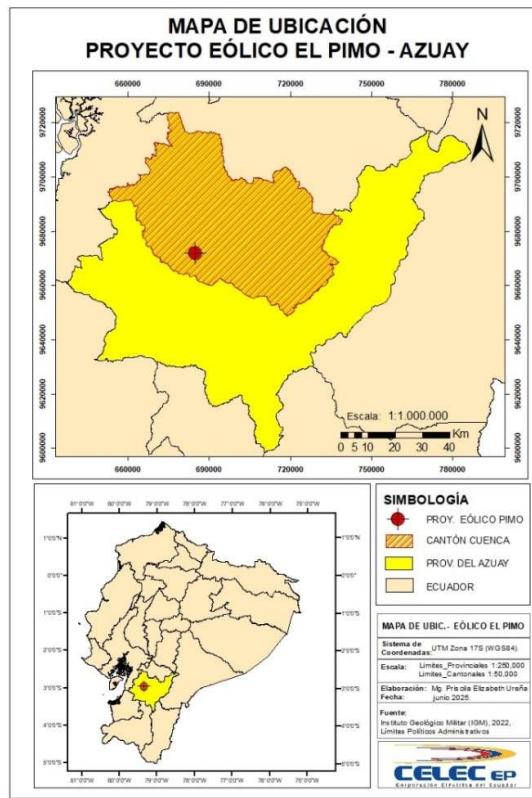


Figura 1. Mapa de Ubicación Proyecto Eólico El Pimo

Actualmente, se cuenta con estudios y evaluaciones preliminares en las áreas: geológica, socioambiental, vías de acceso y análisis energéticos.

<b>M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.</b>	
<b>M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística</b>	
<b>P01 Gestión de contratación</b>	
Versión: 3.0	Página:5 de 65



CELEC EP, como empresa pública estratégica responsable de la generación de energía eléctrica bajo principios de calidad, continuidad y universalidad, tiene como reto la implementación del P.E. El Pimo. El país cuenta con experiencia previa en energía eólica a través de los proyectos eólicos ya implementados en San Cristóbal (2.4 MW), Villonaco en Loja (16.5 MW) y Huascachaca (56 MW), proporcionando antecedentes técnicos y operativos relevantes para El Pimo.

La contratación para la elaboración de los estudios de prefactibilidad y factibilidad del P.E. El Pimo, permitirán establecer la base técnica para las etapas subsiguientes del proyecto, incluida su construcción y puesta en operación.

Por lo anteriormente expuesto, se requiere la contratación de una firma consultora especializada que lleve a cabo la elaboración de los estudios de prefactibilidad y factibilidad del P.E. El Pimo.

## 1.2 OBJETIVOS.

### 1.2.1 OBJETIVO GENERAL.

Contratar los servicios de consultoría para la elaboración de los estudios de prefactibilidad y factibilidad del Proyecto Eólico El Pimo, mediante el desarrollo de análisis técnicos, ambientales, económicos, financieros, sociales y legales, de forma integral, fundamentados en la normativa y regulaciones nacionales vigentes, así como en estándares internacionales relacionados con la industria eólica, con el propósito de determinar la viabilidad integral del proyecto, evaluar los escenarios de implementación y operación y establecer las estrategias de mitigación de riesgos.

### 1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

Los objetivos específicos del proyecto están alineados con su estructura metodológica, organizada en dos fases: Estudios de Prefactibilidad y Estudios de Factibilidad. En la fase de Prefactibilidad se abordarán integralmente la formulación y evaluación de alternativas de configuración que consideren aspectos técnicos, económicos, riesgos, entre otros empleando como base la implementación de una red microgeodésica local, cartografía especializada con tecnología LiDAR, análisis y caracterización del recurso eólico con optimización del micro-siting preliminar existente y la generación de múltiples alternativas de configuración del parque eólico, aplicando análisis de viabilidad financiera estocástica y evaluación multicriterio para seleccionar la combinación óptima de alternativa técnica y financiera, con el fin de sustentar la viabilidad del proyecto. En la fase de Factibilidad, se profundizará exclusivamente en dicha alternativa, incorporando estudios especializados, diseños, levantamientos de campo, incluyendo análisis financiero, marco legal y regulatorio, estructura de riesgos, costos, entre otros.

#### Objetivos específicos de la fase de estudios de prefactibilidad

- a) Implementar una red microgeodésica local como referencia primaria para todos los componentes del proyecto, generar cartografía especializada a escala 1:1000 con tecnología LiDAR aerotransportado, y desarrollar modelos digitales de elevación de alta precisión para análisis espacial de restricciones.
- b) Elaborar mapas de restricciones diferenciados y superficies de aptitud espacial por tipo de infraestructura, considerando criterios de diseño; desarrollar alternativas completas integrando aerogeneradores, subestación colectora, circuito colector y línea de transmisión
- c) Generar alternativas de posicionamiento de aerogeneradores (layouts), integrando restricciones técnicas, ambientales y sociales, incluyendo realizar análisis CFD (Dinámica de fluidos computacional) y calcular la producción energética anual por aerogenerador considerando el recurso eólico específico del sitio, para cada alternativa propuesta.
- d) Desarrollar el análisis ambiental preliminar para las alternativas del proyecto, considerando de manera diferenciada los dos componentes que requerirán licenciamiento ambiental (parque eólico con subestación de elevación de potencia, y línea de transmisión hacia la SE La Paz), mediante la recopilación y elaboración de la línea base física, biótica y socioeconómica a nivel de prefactibilidad; la delimitación preliminar de áreas de influencia directa e indirecta; la identificación y caracterización de restricciones ambientales y sociales relevantes; y la evaluación comparativa de impactos potenciales entre alternativas, sin profundizar en los planes de manejo ambiental, pero generando los insumos necesarios para la selección de la alternativa óptima y para la

<b>M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.</b>	
<b>M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística</b>	
<b>P01 Gestión de contratación</b>	
Versión: 3.0	Página:6 de 65



estructuración de la información necesaria del futuro proceso de licenciamiento ambiental independiente para cada componente.

- e) Aplicar análisis de viabilidad financiera estocástica para filtrar alternativas económicamente factibles, ejecutar evaluación multicriterio que combine configuraciones técnico-económicas-financieras y recomendar la combinación óptima de alternativa técnica y financiera del proyecto.
- f) Elaborar los productos orientados a generar los entregables técnicos-económicos-financieros que sustenten formalmente la construcción y puesta en marcha del proyecto.

#### **Objetivos específicos de la fase de estudios de factibilidad.**

- a) Desarrollar diseños de ingeniería a nivel de factibilidad para todos los componentes del proyecto considerando la red microgeodésica y cartografía establecida, así como todos los aspectos físicos, ambientales y meteorológicos, definir los criterios de diseño y las especificaciones técnicas de aerogeneradores, subestación colectora, circuitos colectores, línea de transmisión y obras civiles, elaborar planos a nivel de factibilidad, memorias de cálculo y documentación de soporte; y ejecutar estudios especializados de interconexión con el Sistema Nacional Interconectado, de sistemas de puesta a tierra y protección atmosférica con mediciones de resistividad del suelo, conforme a la normativa vigente.
- b) Optimizar el micro-siting defino en la fase de prefactibilidad mediante estudios técnicos de mayor nivel de detalle, incorporando los ajustes que, de ser el caso, sean requeridos, incluyendo el análisis CFD (dinámica de fluido computacional) para la evaluación de efectos estela y turbulencia, desarrollar el modelo de producción energética horaria con cuantificación de incertidumbres, y; ejecutar estudios eléctricos especializados que incluyan: flujos de potencia, análisis de estabilidad estática y dinámica, cortocircuito, coordinación de protecciones y calidad de energía, realizar pruebas y ensayos específicos requeridos con el fin de verificar la viabilidad técnica del proyecto conforme a regulaciones locales y estándares internacionales vigentes.
- c) Desarrollar la evaluación financiera del proyecto a nivel de factibilidad incorporando análisis de sensibilidad y según el estudio de riesgos detallado, considerando todas las variables identificadas en las fases previas, incluido los riesgos específicos de construcción y operación a lo largo de la vida útil del proyecto, y; estructurar una matriz de riesgos y medidas de mitigación en las etapas de construcción y operación del proyecto eólico.
- d) Ejecutar el proceso de licenciamiento ambiental para los dos componentes del proyecto sujetos a autorización (parque eólico y su subestación de elevación de potencia, y la línea de transmisión hacia la SE La Paz), mediante la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental que incluye la actualización y profundización de la línea base física, biótica y socioeconómica, la valoración detallada de impactos, la formulación del Plan de Manejo Ambiental, la elaboración del Plan de Participación Social conforme a la normativa vigente, el cumplimiento de los procedimientos del SUIA, y la gestión técnica y administrativa requerida ante la Autoridad Ambiental Competente hasta la obtención del Pronunciamiento Ambiental Favorable (EsIA) para cada uno de los componentes que requiere licencia ambiental independiente (2 autorizaciones administrativas ambientales).
- e) Desarrollar talleres de presentación de resultados a la entidad contratante y actores clave que incluyan la transferencia de conocimiento y socialización sobre el desarrollo y uso de los productos entregados.

### **1.3 ALCANCE**

El desarrollo del presente estudio deberá regirse por las regulaciones y normativas nacionales vigentes al momento de su ejecución y; además, cumplir con todas las exigencias técnicas y administrativas solicitadas por el Servicio Nacional de Contratación Pública y por la entidad Contratante.

El Consultor será responsable de todos los cálculos, conclusiones y productos de los estudios que desarrollará, precisándose que las consideraciones que se indican en estos términos de referencia no lo eximen de la responsabilidad técnica de todos los análisis que realice.

Todo cálculo, aseveración, estimación o dato deberá estar justificado en lo conceptual y en lo analítico, no se aceptarán estimaciones o apreciaciones del Consultor sin el debido respaldo. En este sentido, los

<b>M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.</b>	
<b>M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística</b>	
<b>P01 Gestión de contratación</b>	
Versión: 3.0	Página:7 de 65



criterios y teorías utilizados por el Consultor deberán justificarse mediante bibliografía, documentos, tablas, gráficos, normas, regulaciones, entre otros, que sustenten dichos criterios.

La consultoría está estructurada en dos fases: prefactibilidad y factibilidad, siendo esta última consecuencia de la primera, es decir, la fase de factibilidad será desarrollada por el Consultor únicamente si los estudios de prefactibilidad identifican una alternativa cuya viabilidad técnica y factibilidad económica y financiera, permitan continuar con los estudios de la siguiente fase, teniendo la debida autorización de la Contratante.

La consultoría abarcará, como mínimo, los siguientes aspectos dentro de cada una de las fases de estudio, además de la documentación precontractual:

### **1.3.1 FASE DE ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD:**

El alcance de los estudios en la fase de prefactibilidad comprende el desarrollo de estudios técnicos, económicos, ambientales, sociales y financieros con nivel de detalle preliminar que permita evaluar la viabilidad integral del proyecto eólico y sustentar la toma de decisiones para la siguiente fase del proyecto.

Se desarrollará como mínimo tres alternativas de configuración del parque que integren aspectos técnicos, ambientales, económicos, entre otros para la construcción del proyecto, que serán sometidas a un análisis multicriterio, del cual resultará la solución de configuración de parque eólica que será analizada en la fase de factibilidad, previa aprobación de CELEC EP. El nivel de análisis corresponde a estimaciones preliminares con identificación y cuantificación inicial de riesgos que serán refinados en fases posteriores, aplicando metodologías de evaluación multicriterio para seleccionar la combinación óptima de alternativa técnica, económica y financiera. Los productos generados constituirán la base técnica-económica y financiera necesaria para justificar y orientar el desarrollo de los estudios subsecuentes. A continuación, se detallan los ítems de alcance específicos:

- Comprende la materialización de la red microgeodésica local según normativa del Instituto Geográfico Militar (IGM) con georreferenciación al sistema WGS84 zona 17 Sur, desarrollo de cartografía base a escala 1:1000 empleando especificaciones técnicas de LiDAR aerotransportado del IGM, y generación de modelos digitales de elevación con resolución mínima de 1 metro que sirvan como base espacial para el análisis de restricciones y optimización de componentes del proyecto.
- Incluye la generación de alternativas de posicionamiento de aerogeneradores mediante integración de restricciones técnicas, ambientales, geológicas, geotécnicas y sociales señaladas en estudios previos y aquellos realizados de forma específica por el Consultor, aplicación CFD para el análisis de flujo de viento y el modelado de efectos estela mediante software especializado considerando la rosa de vientos específica del sitio, y cálculo de producción energética anual por aerogenerador empleando datos de recurso eólico caracterizado y curvas de potencia de equipos seleccionados.
- Abarca la elaboración de mapas de restricciones diferenciados por tipo de infraestructura y superficies de aptitud espacial mediante SIG y acompañado por análisis multicriterio, con criterios de diseño que representen enfoques de mínimo costo, máxima eficiencia energética, mínimo impacto ambiental y social, diseño de alternativas completas que integren layout de aerogeneradores, ubicación de subestación colectora, trazado de circuito colector y línea de transmisión de 230 kV al Punto Común de Conexión -PCC – (Subestación La Paz) definido por CELEC EP a través de la Jefatura de Estudios Energéticos de la Dirección de Planificación y Desarrollo de Proyectos de Expansión, aplicando análisis de viabilidad financiera estocástica con modelado de riesgos (mediante simulación de Monte Carlo) para filtrar alternativas económicamente factibles, ejecución de evaluación multicriterio empleando metodologías eficientes de análisis multicriterio.
- El alcance de los estudios ambientales y sociales en la fase de prefactibilidad comprende la delimitación preliminar de las áreas de influencia directa e indirecta para los dos componentes del proyecto que requerirán licenciamiento ambiental independiente (parque eólico y subestación de elevación, y la línea de transmisión hacia la SE La Paz), la recopilación y elaboración de la línea base física, biótica y socioeconómica a un nivel propio de esta fase, así como la identificación inicial de restricciones ambientales y sociales relevantes para el análisis comparativo de alternativas. Se deberá describir los elementos clave de los componentes ambientales -clima, calidad del aire, hidrología, hidrogeología, geodinámica, ecosistemas, fauna, flora y cobertura vegetal- y realizar la caracterización socioeconómica y cultural preliminar, definiendo el Área de

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.	
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística	
P01 Gestión de contratación	
Versión: 3.0	Página:8 de 65

Influencia Directa conforme a criterios de interacción proyecto-entorno. Asimismo, se identificarán y describirán los posibles impactos ambientales y sociales asociados a cada alternativa del proyecto, se resumirán los componentes principales que, a futuro, integrarían un plan de manejo ambiental, y se elaborará una hoja de ruta normativa para el proceso de licenciamiento ambiental que será requerido en la fase de factibilidad.

- Comprende la caracterización de las condiciones geológicas, geomorfológicas y geotécnicas del área del proyecto eólico, subestación y líneas de transmisión, mediante métodos directos e indirectos, para evaluar la viabilidad técnica e identificar riesgos geológicos en la etapa preliminar.

Para el área del proyecto, se describirá la historia geológica y la caracterización integral de las condiciones geológicas, geomorfológicas y geotécnicas del sitio propuesto para el desarrollo del proyecto, incluyendo información sobre litología, estructuras geológicas, procesos geomorfológicos activos, propiedades del suelo y estabilidad del terreno, estimación de materiales del subsuelo, presencia de agua subterránea.

En el caso de la subestación se debe abordar el estudio detallado del sitio propuesto, así como de las posibles alternativas evaluadas. Se debe realizar el análisis comparativo de cada alternativa en función de su estabilidad geotécnica, riesgos geodinámicos, y factibilidad constructiva.

Para el área correspondiente a las líneas de transmisión internas (con sus respectivas alternativas), debe realizarse un estudio técnico que describa las condiciones geológicas, geomorfológicas y geotécnicas del trazado propuesto. Se debe incluir un análisis comparativo de riesgos geodinámicos, accesibilidad y condiciones del subsuelo a lo largo del corredor evaluado, considerando al menos factores como estabilidad de taludes, susceptibilidad a deslizamientos, presencia de fallas, y variaciones en la capacidad portante del terreno. Todo lo anterior deberá ser evaluado y contrastado con los hallazgos de campo obtenidos mediante recorridos de campo detallados por la zona del posible trazado, registrando observaciones de terreno, accesos, obras civiles existentes y cualquier evidencia de procesos geodinámicos activos.

Se elaborará un estudio de susceptibilidad a deslizamientos para toda el área del proyecto, a escala 1:10,000. Se deberá identificar zonas potencialmente inestables, analizar los factores causantes de movimientos en masa y proponer recomendaciones para la mitigación y manejo de riesgos.

Se deberá realizar un estudio hidrogeológico a fin de caracterizar las condiciones del agua subterránea en el área del proyecto, incluyendo niveles freáticos, zonas saturadas y posibles impactos de la infraestructura sobre los recursos hídricos.

- Incluye evaluar la viabilidad técnica y económica de la infraestructura vial de acceso e interna del parque eólico mediante el análisis de alternativas de rutas para el transporte de equipos y componentes (torres, palas, grúas), determinando condiciones actuales, requerimientos generales y costos preliminares de infraestructura vial.
- Integrar los resultados en el Informe Final de Prefactibilidad, que consolide todos los análisis y diagnósticos realizados.

### 1.3.2 FASE DE ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD:

El alcance de la fase de factibilidad comprende el desarrollo de estudios y diseños con el objetivo de sustentar la decisión de inversión y establecer la base técnica para las posteriores fases del proyecto, empleando como base los resultados de los estudios de la fase de prefactibilidad.

Se ejecutarán estudios y diseños de ingeniería con especificaciones técnicas, estudios técnicos especializados de validación y evaluación financiera con análisis de riesgo detallado. El nivel de análisis corresponde a información con cuantificación precisa de riesgos de construcción y operación con recomendaciones de mitigación. Los productos generados constituirán el portafolio técnico-financiero-legal completo necesario para proceder a la fase de construcción.

A continuación, se detallan de manera general, el alcance de esta fase:

- El alcance comprende, siguiendo la normativa técnica vigente, la ejecución de estudios CFD tridimensionales para modelado preciso de efectos de estela y turbulencia considerando topografía

<b>M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.</b>	
<b>M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística</b>	
<b>P01 Gestión de contratación</b>	
Versión: 3.0	Página:9 de 65



real del sitio, validación del modelo de producción energética mediante correlación con mediciones de largo plazo y aplicación de metodología MCP (Measure-Correlate-Predict), desarrollo de estudios eléctricos especializados incluyendo flujo de potencia con software especializado, análisis de cortocircuito, coordinación de protecciones, estudios de calidad de energía y compatibilidad electromagnética, análisis de estabilidad transitoria y en estado estable y validación de cumplimiento con la normativa vigente de interconexión, realización de ensayos geotécnicos complementarios para validación de diseño de cimentaciones, estudios de impacto de ruido y sombra intermitente con software especializado.

- Comprende, llevar a cabo el desarrollo de diseños, planos, memorias de cálculo, entre otros, para aerogeneradores incluyendo diseño de plataformas de aerogeneradores, cimentaciones con especificaciones geotécnicas y cálculos estructurales, diseño de subestación colectora con diagramas unifilares, especificaciones de equipos, planos de disposición general y memorias de cálculo de estructuras metálicas de soporte y obras civiles, diseño de circuitos colectores y línea de transmisión con perfiles longitudinales, ubicación de apoyos, especificaciones de conductores y aisladores, cálculos mecánicos y eléctricos, diseño de vías de acceso con especificaciones de pavimentos, obras de arte y drenajes, diseño completo de sistemas de puesta a tierra y protección atmosférica con mediciones de campo de resistividad del suelo, cálculos de mallas de tierra para toda la infraestructura eléctrica (aerogeneradores, línea de transmisión y subestación) y especificaciones de equipos de protección contra rayos. Los análisis avanzados de los aspectos eléctricos, civiles y otras disciplinas deberán ser realizados usando software especializado para los fines pertinentes.
- El alcance socioambiental de esta fase comprende la ejecución de estudios ambientales y sociales de detalle bajo la normativa ecuatoriana y los Estándares de Desempeño IFC, iniciando el proceso de licenciamiento ambiental para ambas componentes del proyecto (parque eólico y subestación de elevación, y la línea de transmisión hacia la SE La Paz), aquello conforme a la Guía para la Elaboración de EsIA del (Ministerio de Ambiente y Energía) MAE o la institución que haga sus veces, en su calidad de Autoridad Ambiental Competente, lo que implica levantar información de campo para una línea base integral física, biótica y social, identificar y valorar impactos mediante metodologías reconocidas, desarrollar el Estudio de Impacto Ambiental y su Plan de Manejo Ambiental con medidas de prevención, mitigación, compensación, seguimiento, entre otras, evaluar riesgos ambientales y sociales considerando escenarios de cambio climático, evaluar específicamente la presencia de especies en peligro de extinción (cóndor andino), definir la estrategia de relacionamiento y participación comunitaria, e incorporar programas de gestión alineados con los criterios IFC sobre mano de obra, adquisición de tierras, biodiversidad, salud y seguridad, patrimonio cultural y comunidades vulnerables, hasta obtener el pronunciamiento favorable del EsIA que permita obtener la autorización administrativa ambiental ante la autoridad ambiental competente.
- Realizar estudios geológicos, geotécnicos y sísmicos especializados, mediante sondeos y análisis estructurales que permitan definir el diseño fundacional y confirmar la viabilidad constructiva, diseñar la logística de transporte y accesibilidad vial, identificando rutas definitivas, simulando maniobras de transportación y proponiendo intervenciones viales y de obras de arte, entre otras, para el transporte de componentes de los aerogeneradores.
- El alcance incluye la actualización y refinamiento del análisis financiero con costos de inversión basados en cotizaciones firmes de proveedores o la valoración de precios aplicando una base de datos que el consultor recopile de diferentes proyectos para el caso de aerogeneradores y otros equipos eléctrico - mecánicos y por otro lado, precios unitarios para el caso de obras. El Consultor deberá incorporar riesgos detallados de construcción y operación con distribuciones de probabilidad refinadas mediante estudios especializados, matriz de recomendaciones de mitigación de riesgos en la construcción y operación a lo largo de la vida útil del proyecto.
- Integrar todos los resultados físicos y digitales en el Informe Final de Factibilidad que sustente la viabilidad integral del proyecto.

Nota:

Al inicio de cada fase, se requerirá la presencia del Consultor (contratista), para efectuar una Reunión de Inicio o Arranque (KOM – kick off meeting), donde se establecerán en acta las decisiones, acuerdos, sugerencias, acciones, empleo del personal técnico, y, uso de recursos, insumos y equipos para garantizar el adecuado inicio contractual.

<b>M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.</b>	
<b>M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística</b>	
<b>P01 Gestión de contratación</b>	
Versión: 3.0	Página:10 de 65



En la reunión estará presente el equipo profesional completo ofertado.

#### **1.4 METODOLOGÍA DEL TRABAJO.**

##### **1.4.1 FASE DE ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD.**

De acuerdo con las Normas de Control Interno de la Contraloría General del Estado previstas en la sección 408, en especial, lo concerniente a 408-06 Estudio de prefactibilidad, el estudio de prefactibilidad debe tener las siguientes características:

*"Estudia los siguientes aspectos del proyecto: marco legal; la tecnología por emplear e implicaciones, el estudio técnico y las normas técnicas; así como el impacto socio - económico y ambiental.*

*Examina en forma más detallada los aspectos señalados como críticos, con el fin de determinar con mayor precisión los beneficios y costos de las mejores alternativas viables identificadas en la fase anterior.*

*Para seleccionar la mejor alternativa, dentro de las condiciones existentes, en primera instancia, se efectuará el análisis técnico de cada una de las opciones y luego un análisis o evaluación económica-financiera.*

*... La determinación de los costos considera: el tamaño del proyecto, naturaleza, localización, equipos, maquinaria e instalaciones requeridos, insumos necesarios para su operación o funcionamiento, personal, materia prima, servicios y los efectos del proyecto sobre el medio ambiente. Este análisis permitirá estimar los costos asociados al proyecto, ya que al optar por determinado tipo de tecnología condiciona los costos de inversión y de capital de trabajo.*

*Adicionalmente, se consideran los aspectos administrativo-legales del proyecto: la estructura organizacional que se definirá para administrar el proyecto y las características jurídicas de la unidad de gestión que lo manejará.*

*Una vez efectuados los análisis citados, se estimarán los montos de inversión, los costos de operación, los ingresos o beneficios que generaría el proyecto durante su vida útil, para cada una de las alternativas seleccionadas en la fase de determinación del perfil de éste, pues los factores analizados se interrelacionan. Con esta información se realizará la evaluación ex-ante del proyecto, tanto de la rentabilidad social y económica, y de la viabilidad financiera y técnica de cada alternativa, la cual servirá de base para decidir cuáles merecen un estudio más profundo y cuáles se descartan".*

La presente metodología establece los requerimientos mínimos que el consultor deberá considerar para la fase de prefactibilidad del proyecto eólico, orientada a la formulación y evaluación integral de alternativas de configuración del parque que consideren aspectos técnicos, económicos, ambientales y sociales.

El alcance metodológico definido constituye el estándar mínimo que debe desarrollar el consultor para garantizar un análisis sistemático y robusto que permita la toma de decisiones informadas. No obstante, se alienta al consultor a complementar y enriquecer esta metodología base con análisis adicionales, herramientas especializadas y enfoques que considere pertinentes para optimizar los resultados y agregar valor al proyecto.

La metodología se fundamenta en un enfoque de filtrado progresivo que parte del análisis cartográfico y topográfico, la optimización del micro-siting preliminar, el desarrollo de alternativas integrales de infraestructura eléctrica con base a criterios de diseño, el análisis de viabilidad financiera con modelado estocástico de riesgos para filtrar opciones económicamente factibles y culmina con evaluación multicriterio que considera simultáneamente las configuraciones técnicas, económicas y financieras para seleccionar la combinación óptima.

El nivel de análisis corresponde a prefactibilidad, empleando información disponible de estudios previos y estimaciones por parte del Consultor que serán refinadas en fases posteriores. Los riesgos identificados y cuantificados constituyen una base inicial que será ampliada y detallada en la fase de factibilidad según corresponda, incorporando riesgos específicos de construcción y operación que emergan durante el desarrollo detallado del proyecto.

<b>M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.</b>	
<b>M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística</b>	
<b>P01 Gestión de contratación</b>	
Versión: 3.0	Página:11 de 65



El Consultor deberá presentar informes de avance mensuales (dentro de los primeros (5) días calendario siguiente al mes de ejecución, cuyo contenido y formato será coordinado con la Administración del Contrato.

En dichos informes mensuales se indicará y detallará, como mínimo:

- Actividades de campo realizadas
- Ensayos de laboratorio ejecutados
- Personal técnico, administrativo y operativo participante
- Principales avances del periodo
- Estado de plazos, económico y administrativo del contrato
- Los rendimientos o avances mensuales parciales y acumulados ejecutados por cada actividad y producto.
- Se indicarán las causas de los atrasos, los requerimientos y los acuerdos para cumplir con las fechas del cronograma del diseño
- Inconvenientes presentados y alternativas de corrección
- Lecciones aprendidas

#### **1.4.1.1 Planificación y coordinación inicial del proyecto.**

##### **a) Revisión documental y análisis integral de estudios previos**

El alcance incluye la revisión exhaustiva del informe final de viabilidad existente, evaluando documentación técnica, bases de datos, simulaciones energéticas, estudios socioambientales, financieros y legales. Se identificarán brechas metodológicas, insuficiencias técnicas e información complementaria requerida. Se presentará un informe con recomendaciones específicas que permitan profundizar y mejorar lo analizado en la fase de viabilidad para su utilización en la fase de factibilidad.

##### **b) Organización técnica del equipo consultor**

Comprende la estructuración completa del equipo multidisciplinario con especialistas en energía eólica, sistemas eléctricos, estudios socio-ambientales, geología, geotecnia, obra civil y evaluación económica-financiera. Se elaborará el organigrama técnico y matriz RACI (Responsible, Accountable, Consulted, Informed), especificando roles y responsabilidades.

##### **c) Elaboración del cronograma técnico detallado del proyecto**

Abarca el desarrollo de cronograma ejecutivo en Microsoft Project aplicando metodología PMBOK-PMI, incluyendo todas las actividades técnicas, tiempos, identificación de ruta crítica mediante CPM, dependencias, recursos e hitos de monitoreo para la gestión eficiente del avance del proyecto.

##### **d) Plan de comunicación y coordinación técnica**

Incluye el diseño de metodología formal de comunicación con CELEC EP, definiendo periodicidad, formato y contenido de reportes técnicos, estructura de reuniones, actas técnicas y herramientas colaborativas digitales para garantizar trazabilidad y claridad en toda comunicación técnica durante el estudio.

Se considera, además, para el adecuado desarrollo de los estudios, reuniones de coordinación entre CELEC EP y el Consultor con una periodicidad, al menos, quincenal; además cuando CELEC EP lo considere necesario y previa programación, se llevarán a cabo videoconferencias o reuniones presenciales con el personal técnico principal y auxiliar.

##### **e) Plan técnico de control y aseguramiento de calidad**

Contempla la elaboración de sistema integral basado en normas ISO, incluyendo listas de verificación, criterios de aceptación, métodos de auditoría interna, procedimientos de corrección y indicadores cuantitativos de calidad para todos los entregables del estudio.

##### **f) Identificación y evaluación inicial de riesgos técnicos**

<b>M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.</b>	
<b>M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística</b>	
<b>P01 Gestión de contratación</b>	
Versión: 3.0	Página:12 de 65



Comprende el desarrollo de registro inicial de riesgos aplicando metodología ISO, identificando fuentes potenciales en el ámbito técnico, ambiental, social, regulatorio y financiero, con análisis cualitativo de probabilidad e impacto y medidas preliminares de mitigación para cada riesgo detectado.

**Producto a entregar:**

Informe de planificación y coordinación inicial del proyecto.

**1.4.1.2 Cartografía y topografía.**

**a) Desarrollo de cartografía base y temática.**

El Consultor será responsable de elaborar la cartografía básica y temática correspondiente a cada capítulo del estudio. Para ello empleará cartografía de fuentes oficiales, información de estudios previos que sirvan como base y los datos generados y actualizados durante el presente estudio, así como otros insumos previa autorización de CELEC EP. Toda la información deberá ser revisada, actualizada, validada y armonizada. Los costos relacionados con la obtención y procesamiento de estos insumos se considerarán dentro del precio fijo del Consultor.

Toda la información cartográfica a ser utilizada en el estudio se encontrará referenciada al sistema WGS 84/UTM zona 17 Sur (EPSG 32717), basado en SIRGAS y materializado en el ITRF en la versión oficial determinada por el IGM (Instituto Geográfico Militar). La capacidad técnica para generación de cartografía digital debe cumplir con los Estándares de Información Geográfica vigentes, así como con los requisitos para la generación de metadatos según el Perfil Ecuatoriano de Metadatos (PEM), a las Especificaciones Técnicas de Metadatos Geográficos y acorde a la normativa vigente. Los metadatos tanto para datos vectoriales y ráster incluirán, entre otros, sistema de coordenadas, escala, fuente, precisión, fecha, y cada archivo geográfico deberá tener el nombre de la entidad, de acuerdo con el Catálogo Nacional de Objetos Geográficos y los lineamientos del Instituto Geográfico Militar (IGM). Asimismo, se aplicarán las normas ISO de calidad de la información geográfica (p. ej. ISO 19157), garantizando reglas topológicas y coherencias temporal, lógica entre las unidades mapeadas y temática lo identificado y la realidad de campo.

Toda la información temática (ambiental, social, hidrológica, geológica, relieve, etc.) recopilada o generada se integrará en las tablas de atributos de las capas vectoriales al igual que los atributos relevantes del archivo .dwg de origen, de modo que CELEC EP pueda ejecutar análisis espaciales posteriores; se adjuntarán como entregables a la cartografía las hojas de cálculo .xlsx o .csv con el mismo nombre de la capa, así como datos estadísticos, de campo, encuestas, etc. (es importante seguir las normas de buenas prácticas del manejo de datos en su generación, sin tildes, caracteres especiales, etc.) anexado a cada estudio.

**b) Implementación de una red microgeodésica local**

El proceso iniciará requiriendo la georreferenciación en coordenadas UTM con la red del IGM para establecer la Red Microgeodésica Local (LTM) que sirva de base para la realización de las actividades posteriores relacionadas con topografía, ortofotos y otras actividades a ejecutarse en los sitios de interés para el desarrollo del proyecto eólico. Se necesitará además equipos de medición geodésica calibrados (hasta un mes antes del inicio de los trabajos) con certificados emitidos al Administrador del Contrato, instrumentos de nivelación geométrica de precisión y materiales para construcción e identificación de hitos permanentes en terrenos seguros garantizando su permanencia con previsión para emplearlos durante la construcción, así como en la fase operativa.

Durante esta etapa se analizará la concepción e implementación de la Red Microgeodésica Local de manera que reduzca al mínimo el anamorfismo cartográfico, considerando el alcance de aplicación de las hipótesis topográficas y permitiendo la combinación de equipos de medición geodésica y topográfica.

Esta etapa se ejecutará aplicando estrictamente la normativa pertinente vigente a nivel nacional emitida por el IGM, siguiendo las especificaciones detalladas en el Anexo 3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE RUBROS P.E. PIMO.

La construcción de la red se desarrollará empleando nivelación geométrica de precisión con tolerancia mínima  $4\sqrt{k}$  de donde k representa la distancia en kilómetros, utilizando equipos de alta precisión previamente calibrados y certificados. Los hitos de la red se instalarán en ubicaciones estratégicas que garanticen seguridad, estabilidad, y accesibilidad durante todas las fases del proyecto. Como resultado, se

<b>M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.</b>	
<b>M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística</b>	
<b>P01 Gestión de contratación</b>	
Versión: 3.0	Página:13 de 65



obtendrá una red de puntos geodésicos materializados en terreno mediante hitos permanentes debidamente identificados y documentados, cada uno con coordenadas locales (LTM).

Se obtendrán, además las cotas o elevaciones referidas al nivel medio del mar para todos los puntos de la red, asegurando coherencia altimétrica en todo el proyecto. La red proporcionará control geodésico para todas las actividades topográficas posteriores, incluyendo levantamientos de detalle, ubicación de aerogeneradores, trazado de vías de acceso, y emplazamiento de infraestructura complementaria. Se genera documentación técnica completa que incluye monografías de cada punto geodésico, certificados de calibración de equipos utilizados, memorias de cálculo de ajuste de la red, y verificación de cumplimiento con tolerancias establecidas en la normativa del IGM.

La Red Microgeodésica Local deberá ser revisada, verificada y validada por el Instituto Geográfico Militar (IGM) en cumplimiento de las Ley de Cartografía Nacional.

#### c) Levantamiento topográfico y análisis morfológico.

Para esta etapa se requerirá como insumos fundamentales la Red Microgeodésica Local (LTM) y parte de la cartografía base desarrolladas en etapas previas. Para los levantamientos topográficos en esta fase se diferencian dos áreas de levantamientos a distintas escalas:

En el área del proyecto se realizará el levantamiento topográfico a escala 1:1000, esto incluirá la utilización de equipos especializados de levantamiento LiDAR aerotransportado en el área de proyecto, que estará referida a la Red Microgeodésica Local (LTM). Este levantamiento se complementará con información oficial cartográfica secundaria existente del área del proyecto, según corresponda.

Este levantamiento cumplirá con las Especificaciones Técnicas Generales del levantamiento de información mediante sensor LiDAR, la Sociedad Americana de fotogrametría y percepción remota ASPRS del inglés Vertical Accuracy Reporting for LIDAR Data, entre otras normativas aplicables y siguiendo las especificaciones técnicas del Anexo 3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE RUBROS P.E. PIMO. La aeronave deberá estar certificada para operación de sensores LiDAR, y se deberá contar con la capacidad técnica para procesamiento de datos LiDAR según estándares del IGM y criterios del Protocolo de Fiscalización para Proyectos de generación de cartografía base con fines catastrales a escala 1:1000. El vuelo se ejecutará asegurando una densidad de puntos igual o mayor a 30 puntos por metro cuadrado. Se obtendrán curvas de nivel a 1 metro, un modelo digital de terreno (MDT), modelo digital de superficie (MDS), un modelo digital de superficie normalizado (nDSM), un mapa de sombras (hillshade), un mapa de pendientes (slope) y un mapa de aspectos (aspect). Adicionalmente se obtendrá una ortofoto siguiendo los criterios establecidos en las Especificaciones Técnicas para la Fiscalización de Ortofoto Verdadera para la Producción de Cartografía Básica con Fines Catastrales a escala 1:1000, se debe obtener una ortofoto con tamaño de píxel de 0.07 m, asegurando un valor de GSD recomendado máximo menor o igual a 0.07 metros con tolerancia de más o menos 10 por ciento. Estos productos serán insumos para los análisis y estudios posteriores en el presente estudio.

Se complementará con levantamientos a escala 1:5000 en otras zonas como para vías externas, líneas de transmisión, subestación eléctrica, circuito colector (si aplicara), utilizando información secundaria (e.g. SIGTIERRAS) u otras fuentes, previa autorización del Administrador del Contrato. Los levantamientos no se limitarán a levantamientos de infraestructuras existentes en la zona de estudio (puentes, viviendas, vías principales y secundarias) incluirá detalles topográficos de zonas con restricciones ambientales y uso de suelo de ser el caso. El levantamiento se realizará según el área mínima que CELEC EP especifique al Consultor.

El levantamiento topográfico debe servir para elaborar el estudio a nivel de prefactibilidad de vías internas del proyecto y de ser necesario nuevas vías de acceso hacia el proyecto, así como la definición de posibles puntos de ubicación de la subestación y obras complementarias como el cuarto de control y las instalaciones auxiliares para la operación de la futura central de energía.

Finalmente, para el análisis morfológico en el área del proyecto el consultor usará como insumo los productos obtenidos en el levantamiento topográfico, considerando pendientes y morfo estructuras a escala 1:1 000, de manera que se pueda evaluar la viabilidad técnica, estructural y de rendimiento del parque eólico en los análisis posteriores.

Como resultado del análisis realizado en esta etapa se incluirán cartografía digital completa del área del proyecto desarrollada a escala 1:1000 que integre toda la información disponible y requerimientos

<b>M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.</b>	
<b>M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística</b>	
<b>P01 Gestión de contratación</b>	
Versión: 3.0	Página:14 de 65



específicos del proyecto eólico, complementada con cartografía a escala 1:5000 para infraestructura lineal como vías externas, circuito colector (si aplica), líneas de transmisión y subestación (si aplica).

#### **d) Integración y validación de información geoespacial**

Para esta etapa el consultor requerirá como insumos fundamentales todos los productos generados en las etapas previas, complementados con herramientas de análisis de calidad de información geográfica y validación de consistencia geoespacial con la finalidad de generar productos integrados que cumplan con todos los estándares de calidad establecidos en las normativas aplicables vigentes. El análisis se centrará en la integración coherente de toda la información geoespacial generada mediante verificación de consistencia geodésica entre la Red Microgeodésica Local, cartografía base, y levantamientos topográficos, asegurando que toda la información mantenga referencia correcta al sistema WGS84 zona 17 Sur con proyección UTM basada en SIRGAS en la versión oficial determinada por el IGM (Instituto Geográfico Militar). Se ejecutará la validación de calidad de información geográfica según Normas ISO sobre información geográfica y el Manual de fundamentos de evaluación de la calidad de la información geográfica, verificando cumplimiento de reglas topológicas, consistencia lógica entre unidades mapeadas, consistencia temática entre información identificada y realidad de campo, y precisión geométrica de todos los productos generados. El consultor desarrollará la integración de productos cartográficos y topográficos en bases de datos geoespaciales estructurados que faciliten su utilización en estudios técnicos posteriores del proyecto eólico.

La metodología seguirá estrictamente las Normas ISO referentes a calidad de información geográfica, los Estándares de Información Geográfica vigentes, y los lineamientos del IGM para validación y entrega de productos geoespaciales. Se aplicarán procedimientos de control de calidad que verifiquen el cumplimiento de las especificaciones técnicas para cada producto, incluyendo precisión geodésica de la Red Microgeodésica Local, exactitud cartográfica a escalas especificadas, y calidad de levantamientos LiDAR según parámetros técnicos establecidos. El procesamiento se ejecutará utilizando software especializado de análisis de calidad geoespacial, herramientas de validación topológica, y sistemas de gestión de bases de datos geográficas que aseguren integridad y consistencia de la información. Como resultado se obtendrán las bases de datos geoespaciales integradas que contengan toda la información generada en el proyecto de manera coherente y estructurada, incluyendo la Red Microgeodésica Local con todos sus puntos geodésicos, cartografía base a escalas apropiadas para los diferentes componentes del proyecto, y levantamientos topográficos completos. Se genera documentación de control de calidad que certifique cumplimiento de todas las especificaciones técnicas establecidas en las normativas aplicables, incluyendo verificación de precisión geodésica, exactitud cartográfica, y calidad de productos LiDAR.

Como resultado del análisis realizado en esta etapa se incluirán cartografía digital completa del área del proyecto desarrollada a escala 1:1000 que integre toda la información disponible y requerimientos específicos del proyecto eólico, complementada con cartografía a escala 1:5000 para infraestructura lineal como vías externas, circuito colector (si aplica), líneas de transmisión y subestación (si aplica).

#### **e) Entrega de información SIG y planos.**

Para la entrega de los productos de este apartado se deberá considerar el Anexo 3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE RUBROS P.E. PIMO. La información integrada, se entregará en una file geodatabase (.gdb) sin compresión ni versionado, junto con una copia espejo en GeoPackage (.gpkg). Se incluirá el Project Package (.ppkx) que referencia la .gdb y los Map Packages (.mpkx) correspondientes a cada mapa temático o estudio de ser caso. Los archivos ráster, incluidos los derivados de la modelación eólica, se entregarán georeferenciados y listos para su uso inmediato en los respectivos programas de sistemas de información geográfica, sin requerir ajustes adicionales. Los mapas finales se entregará en formato .pdf y .png y se presentará un índice de la estructura SIG a entregar. La cartografía presentada ante la Autoridad Ambiental Competente para fines de licenciamiento ambiental formará parte del mismo conjunto de información cartográfica, manteniendo coherencia geométrica, temática y de referencia espacial con los productos entregados a la Entidad Contratante.

Los planos digitales conservarán todas sus características tridimensionales, nubes de puntos, superficies TIN/TRN y se proporcionarán en formatos .dwg y .landxml compatibles con AutoCAD Civil 3D 2020 o superior, con todas las referencias externas y los estilos de trazado (.ctb) incluidos. Se configurarán para impresión en formatos A1 y A3 y se exportarán también a PDF. Se presentará un índice de la documentación CAD. Además, se suministrarán copias impresas en formato A3 con las topografías ejecutadas, acompañadas de un plano índice del mosaico y de los planos de detalle a mayor escala, todos debidamente identificados.

<b>M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.</b>	
<b>M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística</b>	
<b>P01 Gestión de contratación</b>	
Versión: 3.0	Página:15 de 65



Por último, toda la información se proporcionará sin contraseñas ni restricciones de edición, en formatos plenamente editables, para uso de CELEC EP.

**Producto a entregar:**

Informe de cartografía y topografía.

El informe deberá incluir los siguientes capítulos:

- i) Cartografía base y temática con la correspondiente estructura SIG.
- ii) Implementación de la red microgeodésica local.
- iii) Levantamiento topográfico con sus respectivos planos

**1.4.1.3 Análisis y caracterización del recurso eólico.**

**a) Validación de datos meteorológicos brutos, depuración y control de calidad.**

La validación de datos, al igual que su depuración y control de calidad deberá ser ejecutado por una institución acreditada de la red MEASNET, aplicando los criterios establecidos por MEASNET y complementado con los requisitos de calidad especificados en la normativa IEC vigente.

El proceso iniciará recopilando la base de datos brutos de mediciones de recurso eólico y otros parámetros meteorológicos recopilados por CELEC EP (torre Pimo) para su utilización en la definición de alternativas de micrositing y las fases posteriores a este apartado. Por otro lado, el consultor deberá complementar los datos existentes con el uso de al menos 3 (tres) series Vortex TIMES que utilizará para la validación y de ser necesario, relleno de datos. La definición de los sitios para adquisición de las series Vortex TIMES, deberá analizarse de forma previa con CELEC EP y el costo de adquisición de las series temporales para estos sitios, estará contemplado dentro del costo fijo de la consultoría.

Como resultado de la etapa de validación, se deberá obtener la base de datos depurada y un reporte de validación, detallando la disponibilidad de datos, cuantificando el porcentaje de datos válidos por sensor y período temporal, acompañado de un inventario exhaustivo de instrumentación que tabula todos los sensores, sus alturas de instalación y estados operativos. Finalmente se establecerán recomendaciones específicas de filtrado que definen los criterios técnicos para la depuración posterior de datos.

La etapa de depuración y control de calidad deberá regirse por los procedimientos establecidos en MEASNET (*documento "Evaluation of Site-specific Wind Conditions – Version 3, September 2022" o el que le reemplace*).

Este proceso producirá series temporales continuas, de ser necesario, mediante el relleno de datos de sensores a diferentes alturas o métodos estadísticos, proporcionando métrica de validación.

La base de datos depurada deberá contener series temporales validadas con flags específicos de calidad para cada registro, acompañada de un reporte detallado de filtrado que presenta estadísticas comprensivas de datos eliminados, clasificados por criterio aplicado.

**b) Análisis estadístico.**

Esta etapa utilizará como insumo esencial la base de datos depurada generada en la etapa previa, complementada con software estadístico capaz de implementar múltiples metodologías de estimación de parámetros para la distribución de Weibull.

El análisis se centrará en la caracterización estadística exhaustiva de las velocidades de viento a la mayor altura disponible de la torre Pimo mediante la aplicación sistemática de la distribución de Weibull, determinando con precisión el factor de forma k, el factor de escala c, así como la evaluación de otras distribuciones de probabilidad usualmente utilizadas para el recurso eólico cuando los datos no se comporten siguiendo la distribución de Weibull.

Además de los factores k y c, o los que correspondan de acuerdo a la distribución ajustada, se deberá reportar los siguientes parámetros derivados para evaluar la rentabilidad y el diseño del proyecto:

<b>M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.</b>	
<b>M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística</b>	
<b>P01 Gestión de contratación</b>	
Versión: 3.0	Página:16 de 65



- Velocidad media del viento.
- Densidad de potencia media del viento.
- Producción de energía anual (AEP).
- Factor de capacidad.
- Turbulencia y cizalladura.

Este análisis se ejecutará de manera diferenciada por sectores direccionales de 22.5 grados y por las diferentes alturas de medición disponibles, permitiendo caracterizar completamente la variabilidad espacial y direccional del recurso eólico.

La implementación deberá seguir rigurosamente los procedimientos establecidos por MEASNET, complementado con los procedimientos específicos detallados en la normativa IEC vigente. Con el fin de hacer el ajuste de la distribución y entender el comportamiento de los datos, se utilizará al menos dos de los siguientes métodos de estimación y análisis: i) el método de máxima verosimilitud, ii) el método empírico de Justus, iii) el método de momentos, y otras que sean consideradas adecuadas a criterio del consultor.

En caso de que las pruebas de bondad de ajuste aplicadas al ajuste de Weibull rechacen la hipótesis de que la distribución se ajusta a los datos de velocidad del viento, el Consultor deberá ejecutar un proceso de análisis contingente y validación de distribuciones alternativas, en cuyo caso, deberá realizar la estimación de parámetros y las pruebas de bondad de ajuste para, al menos, las siguientes distribuciones:

- Distribución Lognormal.
- Distribución Gamma.
- Distribución mixta de Weibull (multimodal).

Para seleccionar el modelo de distribución más adecuado de las alternativas analizadas, el consultor deberá emplear y documentar al menos los siguientes criterios estadísticos de selección de modelos, además de los tests de bondad de ajuste:

- Criterio de información de Akaike (AIC): Se priorizará el modelo con el menor valor de AIC.
- Criterio de información Bayesiano (BIC): Se utilizará como un criterio secundario, seleccionando también el modelo con el menor valor de BIC para penalizar la complejidad del modelo (número de parámetros).

Si ninguna distribución simple logra un ajuste satisfactorio, el consultor deberá reevaluar la estructura de los datos mediante:

- Análisis de segmentación temporal.

Si el fallo en el ajuste se debe a una fuerte variabilidad estacional o diurna, se deberá segmentar la base de datos por períodos temporales (ej., trimestral) y aplicar la distribución de Weibull (o el mejor modelo encontrado) a cada segmento.

- Análisis por sector direccional.

Se confirmará que el análisis solicitado por sectores direccionales de 22.5° se mantiene y se reportan los resultados de la mejor distribución ajustada para cada sector.

Como resultado de esta etapa, se generará un reporte donde se incluirán al menos, los parámetros para caracterización del recurso completos determinados con precisión para cada sector direccional y altura de medición, incluyendo matrices de frecuencia y rosas de viento.

Se calcularán las velocidades características comprensivas incluyendo velocidad media, velocidad más probable, velocidades V50, V75 y V90 que representen los percentiles específicos de la distribución. Se generarán además matrices detalladas de frecuencia que documenten la distribución conjunta de velocidad y dirección del viento, complementadas con tests rigurosos de bondad de ajuste incluyendo al menos Chi-cuadrado, Kolmogorov-Smirnov y coeficiente de correlación de Pearson. Para todos los casos el p-value deberá ser mayor a 0.05. Este análisis producirá además rosas de viento que proporcionen representación gráfica detallada por sectores y rangos de velocidades.

### c) Caracterización del perfil vertical.

<b>M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.</b>	
<b>M31 Gestión de abastecimiento y administrar logística</b>	
<b>P01 Gestión de contratación</b>	
Versión: 3.0	Página:17 de 65



Para esta etapa se requerirá como base fundamental los parámetros estadísticos certificados generados en la etapa previa, complementados con datos meteorológicos de múltiples alturas que incluyan como mínimo mediciones a 40, 60, y 80 metros (correspondientes a los anemómetros existentes en la torre PIMO) y complementados con las bases de datos Vortex TIMES.

El análisis deberá enfocarse en caracterizar la variación sistemática de velocidad del viento con la altura mediante la aplicación coordinada de la ley de potencia y la ley logarítmica, determinando parámetros fundamentales incluyendo el exponente de cizalladura  $\alpha$ , la longitud de rugosidad  $z_0$ , y la altura de desplazamiento  $d$ . Este análisis se ejecutará de manera diferenciada por sectores direccionales y condiciones de estabilidad atmosférica para capturar completamente la variabilidad del perfil vertical.

La metodología seguirá los procedimientos establecidos en MEASNET, complementado con los criterios de clasificación especificados en la normativa IEC vigente. Además, se generarán los perfiles completos de velocidad que permitan extrapolación confiable a alturas de buje proyectadas entre 100 y 150 metros, complementados con análisis detallado de intensidad de turbulencia necesario para clasificación según los estándares IEC vigentes. El análisis producirá además factores de extrapolación para alturas objetivo de aerogeneradores específicos.

Los resultados incluirán al menos la determinación precisa del exponente de cizalladura  $\alpha$ , junto con la longitud de rugosidad  $z_0$  y los establecidos en MEASNET e IEC para caracterización de perfil vertical.

#### **d) Análisis de tecnología e idoneidad de aerogeneradores para el sitio.**

El Consultor deberá analizar el estado del arte de tipos y tecnología de aerogeneradores para seleccionar el tipo y modelo de aerogenerador adecuado para el proyecto.

La selección de los modelos de aerogenerador y sus características técnicas deberá considerar los parámetros climatológicos de la zona de estudio, para asegurar su operación adecuada durante la vida útil del parque eólico. Sin ser una limitante, el Consultor deberá considerar:

- Altura sobre el nivel del mar.
- Densidad del aire.
- Presión atmosférica.
- Humedad relativa.
- Temperatura del aire.
- Fenómenos climatológicos (descargas eléctricas, formación de hielo, otros).

Además, la selección preliminar del tipo de aerogenerador más adecuado para el sitio, considerando la optimización de la producción energética y la viabilidad técnica y económica del proyecto, deberá considerar los siguientes criterios:

##### Criterios de selección basados en el recurso eólico.

- Clase de viento IEC del sitio: el aerogenerador propuesto deberá ser compatible con la clasificación de clase de viento (I, II, III o S) determinada para el sitio, basada en la velocidad media anual del viento y la intensidad de turbulencia. Deberá aplicarse la norma IEC 61400-1 en su edición más actualizada.
- En esta fase, se deberá hacer un análisis preliminar de la integridad estructural del aerogenerador en función de las cargas de fatiga. Se evaluará las cargas a fatiga en los principales componentes del aerogenerador (palas, buje, eje principal, góndola y torre), y comparará los resultados con las cargas de diseño correspondientes a la clase de la máquina según la norma IEC 61400-1 en su versión más actualizada.
- El análisis de integridad estructural deberá ser actualizado durante la fase de factibilidad.
- Perfil de la velocidad del viento: consideración de la curva de potencia del aerogenerador para optimizar la producción en función del perfil de viento característico del sitio.
- Rangos de operación: evaluación de las velocidades de arranque (cut-in), nominal (rated), de corte (cut-out) y de supervivencia (survival) de los aerogeneradores para asegurar su compatibilidad con las condiciones de viento del sitio.

<b>M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.</b>	
<b>M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística</b>	
<b>P01 Gestión de contratación</b>	
Versión: 3.0	Página:18 de 65



#### Criterios de selección basados en consideraciones topográficas y de carga

- Robustez para terrenos complejos: priorización de aerogeneradores diseñados para operar en terrenos complejos (mayor turbulencia y cargas dinámicas).
- Clasificación de turbulencia: el aerogenerador deberá ser compatible con la clase de turbulencia (A, B, C) determinada para el sitio según el estándar IEC, para asegurar la integridad estructural y la vida útil del equipo.
- Rutas de transporte y vías de acceso (radios de giro, pendientes, etc.).

El Consultor, deberá definir las especificaciones técnicas del aerogenerador tipo, incluyendo características debido a limitaciones ambientales (generación de ruido, efecto sombra, avifauna, etc.) u otras variables que se consideren importantes para la operación del Parque Eólico.

#### **f) Análisis de incertidumbre.**

Esta etapa requerirá como insumos fundamentales todos los resultados generados en las etapas previas del proceso analítico, complementados con procedimientos para análisis de incertidumbre y datos técnicos de precisión instrumental de todos los equipos utilizados.

El análisis se centrará en la cuantificación sistemática y exhaustiva de todas las fuentes potenciales de incertidumbre presentes en la cadena completa de estimación del recurso eólico, incluyendo componentes como precisión instrumental de anemómetros y sensores meteorológicos, representatividad temporal de los años de datos disponibles respecto al clima eólico de largo plazo, errores inherentes de extrapolación vertical y horizontal de los modelos de flujo utilizados, incertidumbres asociadas a las curvas de potencia de aerogeneradores, y variabilidad interanual del recurso eólico que puede afectar las proyecciones de producción.

La implementación seguirá rigurosamente los procedimientos MEASNET, complementado con los análisis específicos de incertidumbre en mediciones detallados en la normativa IEC vigente. El procesamiento se ejecutará sobre algoritmos especializados y avanzados de simulación de Monte Carlo y técnicas de propagación de incertidumbres para análisis estadístico robusto. Este análisis debe producir intervalos de confianza estadísticamente válidos para todos los parámetros calculados, para garantizar una incertidumbre total inferior al 10% para la estimación de producción anual de energía. Además, deberá elaborarse una matriz comprensiva de incertidumbres que cuantifica cada componente individual y la incertidumbre total combinada del análisis, acompañada de análisis detallado de sensibilidad que identifica los parámetros más influyentes en los resultados finales. Se generarán distribuciones completas de probabilidad que determinan los niveles P50, P75 y P90 de producción anual.

#### **Producto a entregar:**

Informe de caracterización de recurso eólico y validación de viabilidad.

El informe deberá incluir:

- i) Memoria descriptiva del proceso de validación de datos meteorológicos brutos, depuración y control de calidad.
- ii) Reporte de análisis estadístico.
- iii) Reporte de caracterización de perfil vertical.
- iv) Memoria descriptiva del análisis de tecnología e idoneidad de aerogeneradores para el sitio.
- v) Memoria descriptiva del proceso de cálculo de potencial energético y validación del micrositing preliminar.

#### **1.4.1.4 Estudios geológicos, geomorfológicos y geotécnicos.**

Con base a información secundaria, histórica y disponible el consultor deberá generar un mapa regional 1:25 000.

Para la descripción, interpretación geológica y reconocimiento de campo del área de aerogeneradores, líneas de transmisión y subestación deberá emplearse una escala de 1: 10 000.

<b>M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.</b>	
<b>M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística</b>	
<b>P01 Gestión de contratación</b>	
Versión: 3.0	Página:19 de 65

Se deberán realizar estudios en campo con la incorporación de métodos directos e indirectos, que permitan identificar las condiciones geológicas que predominan en la zona y que pueden tener un efecto favorable o desfavorable en el desarrollo de los arreglos del parque eólico y obras complementarias.

Se realizará el levantamiento geológico a la escala solicitada, que cubre las diferentes áreas del proyecto total considerando para esto, entre otros, recorridos con especialistas para identificar y mapear: tipos de suelo y roca, asociaciones litológicas, grado de alteración y erosión, rasgos estructurales (fallas, fracturas, buzamientos y rumbos), contactos geológicos, así como fenómenos geomorfológicos relevantes como acumulaciones de agua, ojos de agua, remociones de masa, escarpes y áreas potencialmente deslizables. Esta información es fundamental para evaluar riesgos geológicos en la etapa preliminar.

El levantamiento de la geología local de la zona deberá incluirá investigaciones geotécnicas mínimas, así como los ensayos de laboratorio y ensayos in situ en las ubicaciones propuestas para: los aerogeneradores, subestación, línea de transmisión y otra infraestructura relevante para el proyecto. Todos los ensayos se realizarán según se indica en el Anexo 1: TABLA DE CANTIDADES DE INVESTIGACIÓN DE CAMPO Y ENSAYOS DE LABORATORIO, cuyas cantidades establecidas son referenciales y las mínimas requeridas utilizando un criterio conservador y no limitan al Consultor la posibilidad de aumentar cantidades, debidamente justificados.

El estudio Geológico – Geomorfológico cumplirá durante su desarrollo, como mínimo, con las siguientes actividades principales:

**a) Fotointerpretación y análisis de estudios preliminares.**

Mediante el empleo de fotografías áreas y/o imágenes satelitales de las zonas del proyecto se realizará la respectiva fotointerpretación, delimitación: de unidades geológicas, zonas de contacto, áreas morfoestructurales, zonas que presenten fenómenos de remoción de masa para luego confirmar mediante visitas de campo.

Los resultados de la fotointerpretación serán cartografiados a la base topográfica de escala 1:1 000, con el fin de elaborar el mapa geológico preliminar del área, incluyéndose como insumo la información generada en el levantamiento LiDAR.

La fotointerpretación permitirá además la identificación de las formas y procesos geomorfológicos como erosión, movimientos de terreno y procesos acumulativos que afectan las zonas. Se pondrá especial atención en las estructuras geológicas tales como la posición de los estratos, fallas y plegamientos que puedan afectar al proyecto.

Para los estudios geológicos de la zona de la subestación y las líneas de transmisión, en caso de que las propuestas se encuentren fuera del área de estudio definida, y si el consultor lo considera necesario, se adquirirán imágenes satelitales recientes disponibles en el mercado.

Esto tiene como objetivo delimitar y complementar la información geológica de la zona, con fines de interpretación y síntesis a una escala 1:10 000.

**b) Reconocimiento de campo.**

Esta actividad debe incluir la planificación y ejecución de los trabajos específicos de campo a escala 1:10 000.

Durante las geotravesías se realizará la comprobación y el levantamiento detallado de los datos geológicos, geomorfológicos y estructurales obtenidos de la fotointerpretación. En el estudio de los aspectos estructurales se analizará el tipo de estructura, extensión, edad, dirección relativa del movimiento y actividad, mapeo de zonas inundables o con potencial de socavación, así como la distancia a las obras civiles.

**c) Investigaciones indirectas.**

Con base a la información geofísica obtenida (tomografía eléctrica y sondeos eléctricos verticales) se estimará la litología, presencia y potencia de varias capas de material, en las zonas determinadas en el reconocimiento geológico y en los sitios previstos para la implantación de la infraestructura del parque eólico, así como también se estimará los siguientes parámetros:

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.	
M31 Gestiónar abastecimiento y administrar logística	
P01 Gestión de contratación	
Versión: 3.0	Página:20 de 65



- Obtener perfiles geo – eléctricos y sísmicos de espesores y velocidades, diferenciando contactos litológicos mediante el análisis y contraste de velocidades de onda y campos de potencial eléctrico, para diferenciar los principales materiales y tener una caracterización litológica del subsuelo.
- Localizar superficies de falla, paleocauces en toda la profundidad de investigación, mediante el estudio de los métodos geofísicos empleados.
- En caso de existir agua subterránea, estimar su profundidad, nivel freático y;
- Estimar parámetros geo mecánicos y dinámicos del material para corroborar con la información de las investigaciones directas.

#### Área de aerogeneradores.

Para los trabajos de geofísica es necesario la ejecución de tomografía eléctrica (estimado 1500m) y Sondeos eléctricos Verticales (SEV's) los cuales deberán ser distribuidos homogéneamente, tomando en cuenta la ubicación de los aerogeneradores e infraestructura civil, con una profundidad de investigación de al menos 30 m, esto con el objetivo de garantizar la seguridad y viabilidad del proyecto. La dirección de estos ensayos deberá ser sugerida por el consultor y aprobados por el Administrador del contrato, sin embargo, en estudios preliminares CELEC EP sugiere las siguientes líneas geofísicas que se ponen a consideración del consultor:

No.	Longitud (m)	X_inicial (m)	Y_inicial (m)	X_final (m)	Y_final (m)
1	298.35	684931.33	9670153.05	684702.31	9669961.85
2	311.55	685172.21	9670423.28	684943.61	9670211.62
3	306.89	684983.12	9671349.96	685230.59	9671168.47
4	367.89	685063.55	9672746.96	685116.47	9672382.90
5	121.69	685535.49	9673398.86	685567.24	9673281.38
6	74.64	685780.22	9673943.45	685760.51	9673871.46

#### Subestación

Los trabajos de geofísica serán distribuidos entre tomografía eléctrica y sísmica de refracción (estimado 400 metros lineales). Adicionalmente, se realizarán sondeos eléctricos verticales (SEV), los cuales deberán ser distribuidos de forma homogénea, considerando el análisis de las alternativas planteadas para la infraestructura civil. La profundidad de investigación requerida es de al menos 20 metros, con el objetivo de garantizar la seguridad y viabilidad técnica del proyecto.

#### Líneas de transmisión

Los trabajos de geofísica serán distribuidos entre tomografía eléctrica y sísmica de refracción (estimado 450 metros lineales). Adicionalmente, se realizarán sondeos eléctricos verticales (SEV), que deberán ubicarse de forma homogénea a lo largo del área de estudio, considerando el análisis de las alternativas planteadas para la infraestructura civil. La profundidad mínima de investigación será de 20 metros, con el objetivo de garantizar la seguridad y viabilidad técnica del proyecto.

#### **d) Investigaciones geotécnicas (directas).**

#### Área de aerogeneradores.

El análisis del proyecto es integral por lo que, en estudios preliminares CELEC EP sugiere ejecutar al menos 1 (una) perforación con recuperación de testigos cada 5 aerogeneradores, considerando una profundidad de investigación de al menos 30 m, además de la respectiva caracterización geomecánica del material, para la implantación de los aerogeneradores.

La ubicación de estos sondeos deberá ser sugerida por el consultor y aprobados por el Administrador del contrato y puede ser modificado en función de la ejecución de la geofísica, sin ser un limitante en base a los estudios preliminares CELEC EP, sugiere los siguientes puntos.

No.	Nombre	X	Y
-----	--------	---	---

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.			
M31 Gestión de abastecimiento y administrar logística			
P01 Gestión de contratación			
Versión: 3.0	Página:21 de 65		

1	PM-1	685,770.80	9,673,909.04
2	PM-2	685,562.70	9,673,345.37
3	PM-3	685,077.93	9,672,648.08
4	PM-4	685,087.45	9,671,273.45
5	PM-5	684,889.80	9,670,255.28
6	PM-6	683,070.29	9,668,301.92

Se entregará el informe geológico, geomorfológico, geotécnico correspondiente, en el que se integrarán las condiciones geológicas, geomorfológicas, geotécnicas identificadas en el área de influencia del proyecto, con los resultados de los recorridos de campo, interpretación y resultados (datos geofísicos del suelo/roca) de los trabajos de campo tales como perforaciones, entre otros que correspondan; con sus respectivas conclusiones y recomendaciones.

#### Subestación

El análisis del proyecto es integral por lo que, en estudios preliminares CELEC EP sugiere ejecutar al menos 1 (una) perforación con recuperación de testigos por cada alternativa evaluada, considerando una profundidad de investigación de al menos 30 m, además de la respectiva caracterización geomecánica del material.

#### Líneas de transmisión

El análisis del proyecto es integral por lo que, en estudios preliminares CELEC EP sugiere ejecutar perforaciones con recuperación de testigos por cada alternativa evaluada, considerando una profundidad de investigación de al menos 30 m, además de la respectiva caracterización geomecánica del material.

Con respecto a los ensayos de campo y laboratorio se deben ejecutar de acuerdo con lo establecido en la tabla de cantidades Anexo 1: TABLA DE CANTIDADES DE INVESTIGACIÓN DE CAMPO Y ENSAYOS DE LABORATORIO.

La información resultante, será utilizada por el Consultor para elaborar los mapas preliminares y definitivos de esta fase.

El informe geológico, geomorfológico y geotécnico del área del proyecto a la escala solicitada (1:10 000), debe contener al menos la historia geológica, una caracterización integral de las condiciones geológicas, geomorfológicas y geotécnicas del sitio propuesto para el desarrollo del proyecto, incluyendo información sobre litología, estructuras geológicas, procesos geomorfológicos activos, propiedades del suelo y estabilidad del terreno, estimación de materiales del subsuelo, presencia de agua subterránea.

El informe geológico, geomorfológico y geotécnico de la subestación con el análisis de alternativas, debe abordar el estudio detallado del sitio propuesto para la subestación, así como de las posibles alternativas evaluadas. Se debe incluir el análisis comparativo de cada opción en función de su estabilidad geotécnica, riesgos geodinámicos, y factibilidad constructiva.

El informe geológico, geomorfológico y geotécnico del área de las líneas de transmisión, con sus respectivas alternativas, debe presentarse un estudio técnico que describa las condiciones geológicas, geomorfológicas y geotécnicas del trazado propuesto para las líneas de transmisión, así como de las rutas alternativas consideradas. El informe debe incluir un análisis comparativo en cuanto a riesgos geodinámicos, accesibilidad, y condiciones del subsuelo a lo largo del corredor evaluado, considerando factores como estabilidad de taludes, susceptibilidad a deslizamientos, presencia de fallas, y variaciones en la capacidad portante del terreno. Todo lo anterior deberá ser evaluado y contrastado con los hallazgos de campo obtenidos mediante recorridos de campo detallados por la zona del posible trazado, registrando a través de recorrido observaciones del terreno, accesos, obras civiles existentes y cualquier evidencia de procesos geodinámicos activos. Los resultados deberán presentarse en mapas y tablas que permitan comparar alternativas, identificar tramos críticos y proponer medidas de mitigación y diseño, así como estimaciones preliminares de costos asociados a las obras de adecuación.

Se elaborará un estudio de susceptibilidad a deslizamientos para toda el área del proyecto, a escala 1:10,000. Este informe deberá identificar zonas potencialmente inestables, analizar los factores causantes de movimientos en masa y proponer recomendaciones para la mitigación y manejo de riesgos.

<b>M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.</b>	
<b>M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística</b>	
<b>P01 Gestión de contratación</b>	
Versión: 3.0	Página:22 de 65



El informe hidrogeológico (escala 1:10 000) deberá caracterizar las condiciones del agua subterránea en el área del proyecto, incluyendo niveles freáticos, zonas saturadas y posibles impactos de la infraestructura sobre los recursos hídricos.

Los informes incluirán anexos de planos, secciones geológicas, perfiles geoeléctricos, así como todos sus archivos (pdf, word y excel) metadatos editables, (.shp, .dwg, .dxf, .tif) sin llaves, ni restricciones y en la escala solicitada para esta fase.

#### e) InSAR (Interferometría de Radar de Apertura Sintética)

El objetivo del servicio es realizar un estudio de deformación del terreno mediante interferometría de Radar de Apertura Sintética (InSAR/DInSAR), en modos ascendente y descendente, con análisis multitemporal desde al menos el año 2017, a fin de identificar tendencias de deformación y procesos de inestabilidad asociados a movimientos en masa en el área de influencia del proyecto eólico. Los resultados deberán servir como insumo para la definición de la ubicación de aerogeneradores, vías de acceso y demás infraestructuras del proyecto. El alcance considera la ejecución de procesamiento interferométrico SAR (DInSAR y, de ser posible, MT-InSAR) en órbitas ascendente y descendente de un mismo sensor (por ejemplo, Sentinel-1 IW), analizadas por separado para cada geometría, con énfasis en la deformación anual y acumulada y en la detección de zonas con movimientos lentos y acelerados vinculados a deslizamientos, reptación, subsidencias u otros procesos de inestabilidad. Los resultados deberán integrarse con información geológica, geotécnica y geomorfológica disponible, para delimitar zonas susceptibles a desplazamientos que deban considerarse en el diseño y ubicación de la infraestructura, incluyendo la evaluación y, de ser necesario, el diseño de un sistema de monitoreo con reflectores de esquina u otros dispositivos que mejoren la coherencia en áreas críticas.

El consultor deberá compilar, descargar y organizar imágenes SAR históricas y actuales en órbita ascendente y descendente, así como la información auxiliar necesaria (modelos digitales de elevación, mapas geológicos y geotécnicos, cartografía básica). Deberá realizar el procesamiento InSAR que incluya coregistro, generación de interferogramas, filtrado de fase, correcciones orbitales y topográficas, cálculo de mapas de coherencia y enmascaramiento de zonas de baja calidad, y el procesamiento diferencial y, cuando aplique, multitemporal (PS, SBAS u otras técnicas MT-InSAR) para obtener velocidades y deformaciones acumuladas en la línea de vista. Posteriormente, deberá efectuar la interpretación de los mapas de deformación y coherencia en relación con la geología, litología, estructuras, pendientes y evidencias de movimientos en masa, comparando los resultados ascendentes y descendentes para inferir patrones de movimiento y priorizar zonas críticas para el proyecto. Asimismo, el consultor evaluará la necesidad de instalar reflectores de esquina u otros elementos de realce y, en caso de ser requerido, propondrá el diseño, cantidad, ubicación y lineamientos de instalación de dichos reflectores, generando el correspondiente mapa de monitoreo.

El área mínima de análisis se expresará en kilómetros cuadrados (km<sup>2</sup>), cubriendo la totalidad del polígono de estudio y su entorno de interés definido por el Contratante.

El informe del estudio InSAR/DInSAR, deberá contener:

- Metodología, parámetros de procesamiento, análisis de calidad, resultados, interpretación final correlacionada con la información geológica/geotécnica, limitaciones y recomendaciones para la ubicación de aerogeneradores, plataformas y vías del proyecto.
- Mapas de deformación anual en órbita ascendente y en órbita descendente, en formato digital georreferenciado (por ejemplo, GeoTIFF) y PDF.
- Mapas de deformación acumulada en órbita ascendente y en órbita descendente, en formato digital georreferenciado y PDF.
- Series temporales de deformación en órbita ascendente y en órbita descendente para puntos y/o zonas de interés, en formato gráfico (PDF) y en tablas editables (por ejemplo XLSX o CSV).
- Interferogramas representativos (envueltos y, cuando corresponda, desenrollados) utilizados para el análisis de deformación, en formato de imagen y en formato compatible con SIG, incluyendo la información base completa utilizada en el análisis.

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		 <b>CELEC EP</b> Corporación Eléctrica del Ecuador	
<b>M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística</b>			
<b>P01 Gestión de contratación</b>			
Versión: 3.0	Página:23 de 65		

- Mapas de coherencia asociados a los interferogramas utilizados, indicando zonas de alta y baja confiabilidad, en formato digital georreferenciado y PDF, especificando el margen de error adoptado y los criterios de análisis aplicados.
- Mapa de zonificación de movimientos que clasifique el área de estudio en zonas estables, de deformación lenta y de deformación acelerada, indicando rangos de velocidad de movimiento en línea de vista, en formato SIG y PDF.
- Mapa de monitoreo con la ubicación de reflectores de esquina u otros dispositivos instalados o recomendados (en caso de haberse considerado necesarios para mejorar la coherencia), en formato SIG y PDF.
- Entrega digital organizada (carpetas estructuradas) con todos los insumos y resultados: archivos SAR procesados, capas ráster y vectoriales, bases de datos de series temporales y cualquier script o flujo de trabajo que el consultor considere pertinente documentar.

**Producto a entregar:**

- Informe geológico, geomorfológico y geotécnico.
- Informe geológico, geomorfológico y geotécnico de la subestación.
- Informe geológico, geomorfológico y geotécnico del área de las líneas de transmisión, con sus respectivas alternativas.
- Estudio de susceptibilidad a deslizamientos para toda el área del proyecto.
- El informe hidrogeológico.
- Informe técnico del estudio InSAR/DInSAR

**1.4.1.5 Análisis de alternativas de vías de acceso, transportación de componentes y áreas de maniobra.**

**Levantamiento, análisis y recomendaciones de puntos críticos en vías externas**

CELEC EP, entregará al Consultor los documentos correspondientes a la “Consultoría para el estudio preliminar de vías de Proyecto Eólico Pimo (CSR-CON-0125-21)”, el cual deberá ser considerado como un punto de partida para el análisis de esta fase, lo que permitirá actualizar: rutas de transporte (puerto-sitio del proyecto), vías de acceso principales y secundarias, dimensiones y pesos de los componentes de las turbinas, tipos y sistemas de transportación, entre otros, para cada alternativa propuesta.

Conforme el estudio preliminar antes indicado, el consultor en la fase de prefactibilidad deberá llevar a cabo las siguientes actividades de análisis y levantamiento de información en las vías estatales y provinciales, según corresponda, considerando la información levantada del Anexo 2- Estudios Ambientales:

**a) Zonas inestables**

Los sitios donde, de manera preliminar, se han determinado potenciales riesgos en la vía, se resumen en la tabla siguiente, sin embargo, no se limitan a estos, por tanto, el Consultor deberá añadir a estos los sitios que considere necesarios previa coordinación con CELEC EP.

#	Tipo	Descripción	Fecha Levantamiento	Coord. X (UTM 17S)	Coord. Y (UTM 17S)
1	Falla geológica	Cruce de falla Ponce Enríquez, no se observa ruptura en superficie	24/2/22 09:28	656784	9678475

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.			
M31 Gestiónar abastecimiento y administrar logística			
P01 Gestión de contratación			
Versión: 3.0		Página:24 de 65	



2	Talud Inestable	Desprendimiento de material en el talud	24/2/22 09:53	665274	9680470
3	Talud Inestable	Desprendimiento de material en el talud	24/2/22 10:01	665388	9680388
4	Talud Inestable	Desprendimiento de material en el talud	24/2/22 10:03	666101	9679918
5	Talud Inestable	Inicia Zona caída de rocas	24/2/22 10:17	669544	9678945
6	Talud Inestable	Fin zona caída rocas	4/3/22 10:39	669655	9678861
7	Talud Inestable	Desprendimiento de material en el talud	24/2/22 10:26	669832	9678484
8	Talud Inestable	Desprendimiento de material en el talud	24/2/22 10:28	670010	9678491
9	Talud Inestable	Desprendimiento de material en el talud	24/2/22 10:29	670054	9678507
10	Talud Inestable	Desprendimiento de material en el talud	24/2/22 10:30	670168	9678437
11	Zona Crítica	Zona crítica	24/2/22 10:31	670163	9678508
12	Talud Inestable	Desprendimiento de material en el talud	24/2/22 10:32	670150	9678556
13	Talud Inestable	Desprendimiento de material en el talud	24/2/22 10:32	670171	9678635
14	Talud Inestable	Desprendimiento de material en el talud	24/2/22 10:33	670236	9678602
15	Talud Inestable	Desprendimiento de material en el talud	24/2/22 10:34	670342	9678537
16	Zona Crítica	Zona crítica	4/3/22 10:52	670470	9678499
17	Zona Crítica	Zona crítica	24/2/22 10:35	670590	9678348
18	Talud Inestable	Desprendimiento de material en el talud	24/2/22 10:37	670650	9678353
19	Talud Inestable	Desprendimiento de material en el talud	24/2/22 10:40	671197	9678405
20	Talud Inestable	Desprendimiento de material en el talud	24/2/22 10:40	671210	9678334
21	Talud Inestable	Desprendimiento de material en el talud	24/2/22 10:41	671321	9678119
22	Talud Inestable	Desprendimiento de material en el talud	24/2/22 10:47	671403	9677997
23	Talud Inestable	Desprendimiento de material en el talud	24/2/22 10:48	671537	9678111
24	Talud Inestable	Desprendimiento de material en el talud	24/2/22 10:53	671817	9677855
25	Talud Inestable	Desprendimiento de material en el talud	24/2/22 10:54	672129	9677714
26	Talud Inestable	Desprendimiento de material en el talud	24/2/22 10:55	672187	9677576
27	Talud Inestable	Desprendimiento de material en el talud	24/2/22 10:58	672588	9677354
28	Talud Inestable	Desprendimiento de material en el talud	24/2/22 10:59	673040	9677362
29	Talud Inestable	Desprendimiento de material en el talud	24/2/22 11:02	673471	9678187
30	Talud Inestable	Desprendimiento de material en el talud	24/2/22 11:10	674237	9677986
31	Talud Inestable	Desprendimiento de material en el talud	24/2/22 11:12	674422	9678228
32	Talud Inestable	Inestabilidad talud bajo la vía	4/3/22 11:20	674493	9678128
34	Talud Inestable	Desprendimiento de material en el talud	24/2/22 11:16	674610	9677858

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.			
M31 Gestiónar abastecimiento y administrar logística			
P01 Gestión de contratación			
Versión: 3.0		Página:25 de 65	

35	Talud Inestable	Desprendimiento de material en el talud	24/2/22 11:16	674643	9677801
33	Talud Inestable	Desprendimiento de material en el talud	24/2/22 11:15	674664	9678011
36	Talud Inestable	Desprendimiento de material en el talud	24/2/22 11:17	674768	9677801
37	Talud Inestable	Desprendimiento de material en el talud	24/2/22 11:18	675032	9677775
38	Talud Inestable	Desprendimiento de material en el talud	24/2/22 11:21	675651	9678100
39	Talud Inestable	Desprendimiento de material en el talud	24/2/22 11:22	675763	9678082
40	Talud Inestable	Desprendimiento de material en el talud	24/2/22 11:30	676719	9679363
41	Talud Inestable	Desprendimiento de material en el talud	24/2/22 11:31	676745	9679393
42	Talud Inestable	Desprendimiento de material en el talud	24/2/22 11:32	676930	9679703
43	Talud Inestable	Procesos erosivos en el talud	4/3/22 11:38	677571	9678762
44	Talud Inestable	Caída de rocas	24/2/22 11:40	677847	9678813
45	Talud Inestable	Caída de rocas	4/3/22 11:42	678753	9678586
46	Talud Inestable	Desprendimiento de material en el talud	24/2/22 11:44	679084	9678555
47	Talud Inestable	Desprendimiento de material en el talud	24/2/22 11:44	679143	9678554
48	Talud Inestable	Inestabilidad en el talud, arriba y debajo de la vía	24/2/22 11:47	679762	9679231
49	Talud Inestable	Desprendimiento de material en el talud	4/3/22 11:52	680254	9679129
50	Talud Inestable	Desprendimiento de material en el talud	4/3/22 11:53	680388	9679233
51	Talud Inestable	Desprendimiento de material en el talud	24/2/22 11:53	680451	9679263
52	Talud Inestable	Desprendimiento de material en el talud	24/2/22 11:54	680807	9679361
53	Zona Crítica	Inicia zona Crítica	4/3/22 11:56	681285	9679827
54	Zona Crítica	Zona crítica	24/2/22 11:56	681328	9679851
55	Zona Crítica	Finaliza zona critica	4/3/22 11:56	681423	9679933
56	Zona Crítica	Inicia zona Crítica	4/3/22 11:58	681784	9680201
57	Zona Crítica	Zona crítica	24/2/22 11:59	681810	9680202
58	Zona Crítica	Finaliza zona critica	4/3/22 11:58	681825	9680224
59	Talud Inestable	Caída de rocas	24/2/22 12:03	681868	9679412
60	Talud Inestable	Caída de rocas	24/2/22 12:06	681700	9679023
61	Talud Inestable	Caída de rocas	24/2/22 12:07	681566	9678553
62	Talud Inestable	Desprendimiento de material en el talud	4/3/22 12:06	681428	9678210
63	Talud Inestable	Inestabilidad talud bajo la vía	4/3/22 12:12	681726	9677929
64	Talud Inestable	Caída de rocas	4/3/22 12:13	683630	9677201
65	Talud Inestable	Caída de rocas	24/2/22 12:17	683773	9677349
66	Talud Inestable	Caída de rocas	24/2/22 12:17	683827	9677466
67	Talud Inestable	Caída de rocas	24/2/22 12:19	684066	9677612

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.			
M31 Gestiónar abastecimiento y administrar logística			
P01 Gestión de contratación			
Versión: 3.0	Página:26 de 65		

68	Talud Inestable	Caída de rocas	24/2/22 12:21	684200	9678512
69	Talud Inestable	Procesos erosivos en el talud	24/2/22 12:24	684605	9678911
70	Talud Inestable	Procesos erosivos en el talud	4/3/22 12:18	684797	9679037
71	Talud Inestable	Caída de rocas	24/2/22 12:33	686185	9680254
72	Talud Inestable	Caída de rocas	4/3/22 12:28	686316	9680317

Zonas con inestabilidad de taludes a considerar

Una vez evaluados los riesgos de los puntos indicados anteriormente, más los que determine el Consultor, se deberá hacer una categorización en función de la prioridad de intervención, que deberá acompañarse con las conclusiones y recomendaciones para el diseño de medidas de prevención, mitigación y corrección que deberán ser realizados durante la fase de factibilidad.

Como resultado de este análisis el Consultor entregará una memoria técnica en donde se detalle para cada riesgo potencial evaluado, lo siguiente:

- Ubicación georeferenciada.
- Tipo y descripción del riesgo.
- Registro fotográfico,
- Detalle de inspección con datos de campo.
- Recomendaciones para el diseño de medidas de corrección en la fase de factibilidad,

#### **b) Puentes, túneles y obras de arte**

En el caso de puentes, túneles y obras de arte mayores, se requiere realizar como primera instancia una verificación de la capacidad de carga de estos respecto a los vehículos de diseño, y posteriormente, un rediseño o refuerzo de estos en el caso que se requiera.

Como mínimo deberá analizarse la infraestructura a continuación indicada, sin embargo, el consultor no deberá limitarse a estos sino, producto de los recorridos de campo correspondientes, determinar otros adicionales, de ser el caso.

ESTE	NORTE	DESCRIPCION	VIA
625387.85	9639747.4	PUENTE	EL CAMBIO - NARANJAL
643198.71	9675859.9	PUENTE	EL CAMBIO - NARANJAL
657698.55	9678709.8	PUENTE ANGOSTO	SAN CARLOS - CHAUCHA - SOLDADOS
663591.98	9680374.8	PUENTE ANGOSTO	SAN CARLOS - CHAUCHA - SOLDADOS
671435.91	9677794.4	PUENTE	SAN CARLOS - CHAUCHA - SOLDADOS
681979.56	9680226.6	PUENTE	SAN CARLOS - CHAUCHA - SOLDADOS

El Consultor analizará la existencia de otra infraestructura a lo largo de las vías de ser necesario, se deberá hacer una categorización en función de la prioridad de intervención, que deberá acompañarse con las conclusiones y recomendaciones para el diseño de medidas de prevención, mitigación y corrección que deberán ser realizados durante la fase de factibilidad.

Como resultado de este análisis el Consultor entregará una memoria técnica en donde se detalle para cada riesgo potencial evaluado, lo siguiente:

- Ubicación georeferenciada.
- Tipo y descripción del riesgo.
- Registro fotográfico,
- Detalle de inspección con datos de campo.
- Recomendaciones para el diseño de medidas de corrección en la fase de factibilidad,

#### **c) Infraestructura eléctrica**

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		 <b>CELEC EP</b> Corporación Eléctrica del Ecuador	
M31 Gestiónar abastecimiento y administrar logística			
P01 Gestión de contratación			
Versión: 3.0	Página:27 de 65		

Como parte del estudio de vías, se elaborará un inventario de la infraestructura de iluminación, distribución y transmisión de energía en sitios de potencial riesgo. CELEC EP ha detectado algunos de ellos, los mismos se muestran a continuación:

ID	ESTE	NORTE	DESCRIPCION
1	674110.939	9678584.380	ALTA TENSION - SISTEMA ELECTRICO
2	665346.020	9680473.284	ALTA TENSION - SISTEMA ELECTRICO
3	666505.250	9679742.000	ALTA TENSION - SISTEMA ELECTRICO
4	669 936.000	9678408.24	ALTA TENSION - SISTEMA ELECTRICO
5	670680.500	9678357.8	ALTA TENSION - SISTEMA ELECTRICO
6	670176.900	9678647.8	ALTA TENSION - SISTEMA ELECTRICO
7	671383.300	9677813.8	ALTA TENSION - SISTEMA ELECTRICO
8	672195.100	9677585.4	ALTA TENSION - SISTEMA ELECTRICO
9	674431.800	9678224.3	ALTA TENSION - SISTEMA ELECTRICO
10	678807.900	9673985.5	ALTA TENSION - SISTEMA ELECTRICO
11	688926.000	9674729.2	ALTA TENSION - SISTEMA ELECTRICO

Además de los anteriores, el Consultor evaluará la existencia de nuevos puntos con potencial de riesgo o que impliquen afectación al proyecto. De ser el caso, deberán ser incluidos en los análisis para reubicación de postes de alumbrado público, transformadores, líneas de distribución, líneas de transmisión, señalética, letreros y otra infraestructura existente que interfiera con la circulación de equipamiento y transporte de componentes de los aerogeneradores a fin de reubicar dicha infraestructura para que no produzca problemas de circulación en las vías internas y externas. Se deberá hacer una categorización en función de la prioridad de intervención, que deberá acompañarse con las conclusiones y recomendaciones para el diseño de medidas de prevención, mitigación y corrección que deberán ser realizados durante la fase de factibilidad

#### Vías del proyecto.

CELEC EP, entregará al Consultor los documentos correspondientes a la “Consultoría para el estudio preliminar de vías de Proyecto Eólico Pimo (CSR-CON-0125-21)”, el cual deberá ser considerado como un punto de partida para el análisis de esta fase. El Consultor deberá analizar, revisar, validar, complementar, profundizar los estudios citados incluyendo en sus análisis la información que se requiera obtenida de la ejecución del Anexo 2- Estudios Ambientales.

Se deberá realizar a nivel de prefactibilidad el análisis de alternativas de las vías del proyecto a los sitios de obra que serán utilizados durante la fase constructiva y operativa del proyecto para cada propuesta con base a los resultados del Estudio de Microemplazamiento.

Es necesario indicar, que el análisis de alternativas de las vías deberá incluir el registro fotográfico de los recorridos e inspecciones de campo realizados, que permitan identificar factores geométricos, geológicos, ambientales, de infraestructura o de otra índole que afecte a cada alternativa y justifique la toma de decisiones para el análisis multicriterio.

Como parte de este análisis, el CONSULTOR deberá considerar como mínimo los siguientes criterios:

- Tipo de terreno.
- Pendientes longitudinales y transversales (máximas y mínimas).
- Ancho de vía.
- Velocidad de diseño (transporte).
- Radio mínimo de curvas horizontales.
- Curvas verticales.
- Peraltes, sobre anchos y transiciones.

El objetivo del estudio de vías a nivel de prefactibilidad es evaluar si es posible y con qué dificultad se puede acceder al sitio del parque eólico con equipos y componentes (torres, aspas, grúas), estimar rutas factibles, condiciones actuales y requerimientos generales para determinar la viabilidad, costos preliminares e identificar condicionantes críticas en los accesos.

<b>M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.</b>	
<b>M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística</b>	
<b>P01 Gestión de contratación</b>	
Versión: 3.0	Página:28 de 65



Entre las principales actividades sin que esto sea un limitante para el consultor, se realizará, para cada alternativa propuesta, lo siguiente:

- Uso de modelos digitales del terreno (MDT/DEM) para analizar pendientes, drenajes y alternativas de trazado.
- Estudio de coberturas de suelo, análisis de pendientes, zonas inundables, fallas geológicas y áreas protegidas.
- Generación de alternativas de trazado desde el punto logístico más cercano (camino principal, vía asfaltada, centro urbano).
- Trazado optimizado para radios mínimos de giro y pendientes compatibles con transporte de aerogeneradores.
- Evaluación preliminar del perfil longitudinal y posibles estructuras necesarias (puentes, alcantarillas, cortes).
- Validación básica con dimensiones de transporte de aspas, torres, grúas pesadas.
- Definición de una sección tipo preliminar (ancho, coronamiento, taludes) para caminos de acceso principales.
- Evaluación preliminar de la superficie horizontal con una pendiente mínima de la plataforma tipo para montaje de los aerogeneradores y maniobra de los sistemas de transporte (en sus posibles combinaciones), así como definiciones respecto del tipo, forma y dimensiones generales para cimentaciones de aerogeneradores.
- Costos aproximados de construcción de vía nueva por km (movimiento de tierras, drenaje básico, conformación).
- Comparación de alternativas.

**Producto a entregar:**

Informe de alternativas de vías de acceso, transportación de componentes y áreas de maniobra.

El informe deberá incluir, lo siguiente:

- i) Reporte de levantamiento, análisis y recomendaciones de puntos críticos en vías externas.
- ii) Informe de evaluación de vías internas del proyecto.
- iii) Evaluación y diseño preliminar de plataforma tipo y cimentación tipo para aerogeneradores.

**1.4.1.6 Formulación de múltiples alternativas de configuración del parque eólico.**

**a) Elaboración de mapas de restricciones y análisis espacial**

El consultor deberá desarrollar sistema integral de mapas de restricciones diferenciados por tipo de infraestructura eléctrica, integrando toda la información técnica disponible de estudios previos para generar superficies de aptitud espacial que orienten la ubicación óptima de los componentes del proyecto. La metodología empleará un análisis espacial avanzado mediante sistemas de información geográfica, aplicando técnicas de superposición ponderada, análisis de proximidad, modelado de superficies, y análisis de conectividad para identificar las zonas más aptas para cada tipo de infraestructura, incluyendo la información levantada en el Anexo 2- Estudios Ambientales.

Para ello el consultor deberá definir el área útil para las alternativas de emplazamiento dentro de la zona de estudio mediante la elaboración de mapas de restricciones espaciales multicapa que se desarrollará creando capas diferenciadas para los aerogeneradores, las subestaciones colectoras, los circuitos colectores, las líneas de transmisión y las vías de acceso internas.

Para los aerogeneradores se integrarán al menos restricciones geotécnicas según estudios de suelos, restricciones topográficas, restricciones ambientales considerando como áreas de exclusión zonas de alta sensibilidad ecológica, corredores de migración de aves y hábitats críticos de especies amenazadas. Además, se incluirá restricciones relacionadas con altura de máquina, potencia, tipo de tecnología (con o sin caja multiplicadora) y dimensiones y pesos (para aspectos de logística de transporte).

Se tomará en consideración restricciones sociales en lo relacionado a distancias respecto a viviendas e infraestructura comunitaria y exclusión total de sitios arqueológicos y culturales identificados. En todos los casos será el Consultor quien soporte y defina las distancias y áreas para las restricciones y exclusiones ambientales y sociales validadas con la participación de la Contratante.

<b>M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.</b>	
<b>M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística</b>	
<b>P01 Gestión de contratación</b>	
Versión: 3.0	Página:29 de 65



Para subestaciones colectoras se generan restricciones específicas incluyendo al menos restricciones geotécnicas, distancias mínimas a cuerpos de agua, a aerogeneradores según normativa vigente, distancias mínimas a centros poblados por consideraciones de campos electromagnéticos y ruido, zonas de protección ambiental, áreas de deslizamiento y zonas con nivel freático alto.

Para los circuitos colectores se establecerán al menos restricciones diferenciadas para trazado aéreo y subterráneo, restricciones de pérdidas y perfiles de voltaje, incluyendo pendientes máximas para líneas aéreas y para líneas subterráneas según normativa vigente, zonas de protección de avifauna para líneas aéreas, restricciones de cruce de cuerpos de agua y zonas inestables geológicamente. Se incluirán corredores preferenciales aprovechando vías de acceso proyectadas y límites prediales para minimizar afectación de propietarios.

Para las líneas de 230 kV se definirán al menos restricciones de pérdidas y perfiles de voltaje, restricciones de pendientes máximas, distancias mínimas a viviendas, restricciones de servidumbre y restricciones de zonas urbanas consolidadas, entre otras. Se establecerán corredores preferenciales evitando ecosistemas sensibles y aprovechando si corresponde corredores de infraestructura existente, minimizando cruces con infraestructura de servicios públicos.

Es importante mencionar que la subestación que será el PCC entre el parque eólico y el Sistema Nacional Interconectado (SNI) ha sido definida por la Dirección de Planificación y Desarrollo de Proyectos de Expansión (DPDPE) de CELEC EP, cuyos estudios se adjuntan en el ANEXO 4: ESTUDIO DE INTERCONEXIÓN DEL PROYECTO DE GENERACIÓN EL PIMO.

Se aplicará análisis de superposición ponderada asignando valores de aptitud de 0 a 100 para cada píxel del área de estudio según el tipo de infraestructura, donde 0 representa restricción absoluta y 100 representa aptitud máxima. Se emplean pesos diferenciados por criterio según la importancia relativa de cada restricción, aplicando el método de proceso analítico jerárquico para determinar pesos objetivos, los cuales serán analizados juntamente con la Contratante. El análisis generará superficies continuas de aptitud espacial que permitirán identificar las zonas más favorables para cada componente.

El Consultor generará para esta fase, los insumos que considere necesario y con el detalle adecuado para establecer el tamaño del pixel conveniente a fin de construir el mapa de restricciones y análisis espacial.

Se hace énfasis en que el consultor deberá justificar el tamaño del pixel en el mapa de restricciones, ante la Contratante.

Se desarrollará el modelado de corredores óptimos para infraestructura lineal empleando análisis de costo-distancia que considerará simultáneamente la longitud del trazado y la aptitud del terreno atravesado. Se generan superficies de costo acumulado desde puntos de origen hacia destinos definidos, permitiendo identificar rutas que balanceen distancia mínima con cumplimiento de restricciones. Se aplicarán algoritmos de ruta óptima que minimicen el costo total del trazado considerando factores técnicos, ambientales, sociales, legales y económicos.

Se realizará un análisis de conectividad espacial entre componentes del sistema eléctrico para asegurar que las ubicaciones seleccionadas permitan conexión eficiente entre aerogeneradores, circuito colector, subestación colectora y punto de conexión al SNI. Se emplearán métricas de conectividad que evalúan la facilidad de interconexión, identificando configuraciones que minimicen longitudes totales de circuitos mientras respetan todas las restricciones identificadas.

El análisis incluirá además la validación de coherencia espacial verificando que las restricciones aplicadas sean consistentes entre diferentes tipos de infraestructura, que no existan conflictos entre criterios técnicos y ambientales, y que las superficies de aptitud representen adecuadamente las condiciones reales del terreno. Se realizará además un análisis de sensibilidad para evaluar cómo las variaciones en pesos asignados a criterios afectan las superficies de aptitud resultantes.

Este análisis permitirá obtener el mapa de restricciones que será generado a través de superposición ponderada multicriterio de capas de restricciones mediante álgebra de mapas, análisis de proximidad y modelado de superficies de aptitud espacial. Este análisis a su vez permitirá establecer el mapa de áreas útiles georreferenciado con coordenadas específicas, base de datos de restricciones por polígono, superficie total disponible cuantificada, matriz de aptitud espacial por criterio, análisis de costo-distancia para corredores óptimos, análisis de conectividad espacial entre componentes del sistema, y matriz de validación de coherencia espacial entre restricciones. Las herramientas computacionales que deben ser utilizadas para los análisis previamente delineados, consistirán en software especializado para los fines pertinentes a la consultoría.

<b>M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.</b>	
<b>M31 Gestiónar abastecimiento y administrar logística</b>	
<b>P01 Gestión de contratación</b>	
Versión: 3.0	Página:30 de 65



### b) Micrositing y estimación de potencial energético.

Se obtendrán al menos tres alternativas de layout que especifique ubicaciones de aerogeneradores, acompañado de estimaciones de producción anual de energía que sirvan como base para evaluaciones económicas y financieras, además de decisiones de continuidad del proyecto.

El análisis se enfocará en determinar el potencial de generación de energía mediante correlación estadística entre las distribuciones especializadas y las curvas de potencia de aerogeneradores técnicamente apropiados para las condiciones del sitio, aplicando correcciones fundamentales por densidad de aire, altura sobre el nivel del mar, efectos de temperatura y otras características ambientales y climáticas propias de terrenos de alta montaña o terrenos complejos que afectan significativamente el rendimiento de las turbinas eólicas.

Para esta etapa, el consultor requerirá como punto de partida el estudio de micro emplazamiento preliminar realizado por CELEC EP y los resultados generados en las etapas previas, además de software especializado de optimización de layout capaz de implementar algoritmos de optimización energética y análisis CFD (flujo de viento y análisis de pérdidas por efectos de estela).

La metodología seguirá los procedimientos establecidos en MEASNET (*documento “Evaluation of Site-specific Wind Conditions – Version 3, September 2022” o el que le reemplace*), tomando en consideración factores de pérdidas energéticas, disponibilidad del aerogenerador y restricciones o limitaciones técnicas, ambientales, entre otras.

La producción estimada de energía deberá presentarse en una tabla para todo el parque eólico, con valores de energía bruta, las pérdidas de energía y los valores netos de energía y factor de capacidad neta. Además, se deberá incluir los perfiles de producción horaria/mensual 24x12 del año promedio representativo del patrón de producción a largo plazo. Los niveles de incertidumbre asociados con las mediciones, los datos, los procedimientos y cálculos utilizados para obtener los resultados de la energía descritos anteriormente, se determinarán en términos de la velocidad y la energía.

En esta fase el Consultor, deberá determinar en función de las alternativas planteadas, la cantidad y características de las torres meteorológicas de referencia para monitoreo del recurso eólico a utilizarse en el parque durante la fase de operación. Se deberá determinar las zonas específicas de implantación, así como las especificaciones técnicas, altura de instalación de los sensores, registradores de datos, entre otros y los requerimientos de certificación según MEASNET. La cantidad, características, las zonas de implantación de las torres meteorológicas, así como su integración al Sistema Scada, deberá ser consideradas para actualizarse en la fase de factibilidad.

El consultor iniciará el proceso con el uso de esta información más los resultados de las actividades previas, integrando el mapa de restricciones determinado en el análisis previo. Con esto y la caracterización del recurso eólico disponible el consultor deberá para cada alternativa, analizar el efecto sobre la producción que tienen: la densidad del aire, la altura, la humedad relativa y el efecto estela entre aerogeneradores mediante software especializado para energía eólica, considerando al menos, pero sin ser una limitante: la rosa de vientos específica del sitio, velocidades medias anuales por sector direccional y parámetros de turbulencia.

La optimización se desarrollará ajustando las posiciones de aerogeneradores considerando el mapa de restricciones establecido en la actividad anterior, la accesibilidad durante construcción y operación, evaluando pendientes máximas para tránsito de grúas de gran tonelaje, proximidad a vías de acceso externas previamente estudiadas y disponibilidad de áreas para maniobras de equipos de construcción. Además de la posición de los aerogeneradores, para el análisis de las alternativas de configuración del parque eólico, el consultor deberá considerar la variación de altura de buje y el modelo (y su fabricante) de las turbinas propuestas.

Las turbinas seleccionadas para la optimización del micrositing preliminar, en todos los escenarios de layout, deberán ser modelos con características probadas y con tecnología madura en el mercado de desarrollo y operación de parques eólicos, en otras palabras, no podrá utilizarse modelos experimentales, prototipos o en desarrollo tecnológico.

Como resultado de este análisis, el consultor para cada alternativa deberá incluir las diferentes propuestas de posicionamiento con coordenadas UTM referenciadas a la Red Microgeodésica Local, especificaciones

<b>M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.</b>	
<b>M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística</b>	
<b>P01 Gestión de contratación</b>	
Versión: 3.0	Página:31 de 65



técnicas de los aerogeneradores seleccionados incluyendo potencia nominal, diámetro de rotor, altura de buje y curva de potencia, estimación de producción energética anual por aerogenerador.

La información se documentará en planos georreferenciados que muestren la ubicación de cada aerogenerador con su respectiva identificación, tabla de coordenadas UTM con precisión centimétrica y memoria técnica que justifica las decisiones de optimización adoptadas.

**c) Criterios de diseño para alternativas.**

En esta etapa el consultor desarrollará, a partir de los mapas de restricciones y aptitud espacial desarrollados en las etapas anteriores, diferentes alternativas de diseño integral (para toda la infraestructura del proyecto) con enfoques distintos de optimización para generar alternativas técnicamente viables. Los criterios principales de diseño que permiten explorar el espacio de soluciones de manera sistemática y representativa, que de manera mínima el consultor deberá analizar, se indican a continuación:

- El criterio de Mínimo Costo Total se enfocará en minimizar la inversión total del proyecto priorizando la reducción de costos de construcción de infraestructura eléctrica, seleccionando ubicaciones de la subestación colectora que minimicen la longitud total de circuitos colectores y línea de transmisión, empleando configuraciones eléctricas de menor costo inicial, menores pérdidas operativas, y optimizando el diseño para reducir movimientos de tierra y obras civiles.
- El criterio de Máxima Eficiencia Energética se orienta a maximizar la producción neta de energía entregada al SNI, minimizando las pérdidas eléctricas totales del sistema mediante optimización de la ubicación de los aerogeneradores y de la subestación colectora en el centro eléctrico de gravedad del parque, seleccionando configuraciones de circuitos colectores que reduzcan pérdidas eléctricas, dimensionando conductores para minimizar pérdidas considerando el costo del kWh no generado, y optimizando el trazado de la línea de transmisión para reducir pérdidas de transporte.
- El criterio de Mínimo Impacto Ambiental y Social prioriza la reducción de afectaciones ambientales y sociales mediante la selección de corredores para la infraestructura eléctrica que eviten áreas ecológicas y socialmente sensibles, identificadas en el estudio ambiental, incluyendo zonas de uso comunitario, medios de vida locales y espacios culturalmente relevantes. Este criterio contempla la minimización de áreas de intervención a través de la optimización de trazados, la aplicación de tecnologías constructivas de menor impacto -como líneas subterráneas en sectores críticos-, el diseño de medidas de protección de avifauna y la prevención de conflictos socioambientales mediante procesos de información y participación temprana.

Se deberá priorizar la selección de equipos con el menor impacto ambiental y social a lo largo de su ciclo de vida, particularmente:

- *Aerogeneradores:*

- Proponer modelos de aerogeneradores que presenten la menor emisión de ruido audible y de baja frecuencia, especialmente en áreas cercanas a receptores sociales sensibles como viviendas, centros comunitarios y áreas protegidas.
- Considerar tecnologías que permitan la optimización de potencia para un menor número de unidades, reduciendo la huella física del proyecto y la ocupación del territorio utilizado por las comunidades.
- Si el estudio ambiental lo determina, incluir el diseño de sistemas de detección y parada de aves en aerogeneradores situados en zonas de alto riesgo para especies sensibles identificadas, como medida preventiva de conservación y aceptación social.

- *Subestaciones y transformadores:*

- Seleccionar transformadores y equipos de patio que mitiguen el riesgo de contaminación del suelo y del agua en caso de derrame de aceites u otras sustancias, protegiendo recursos naturales y usos comunitarios.
- Diseñar las subestaciones con una huella mínima y criterios de integración paisajística, a fin de reducir impactos visuales y molestias a las poblaciones cercanas.

- *Cimentaciones de aerogeneradores:*

<b>M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.</b>	
<b>M31 Gestión abastecimiento y administrar logística</b>	
<b>P01 Gestión de contratación</b>	
Versión: 3.0	Página:32 de 65



- Evaluar el uso de cimentaciones de bajo impacto que requieran menor volumen de excavación y hormigón, reduciendo el impacto al suelo.

- **Consideraciones para la subestación colectora.**

El proceso técnico incluirá el análisis detallado de cada ubicación candidata considerando características geotécnicas específicas según el estudio de suelos, evaluación de accesibilidad durante construcción y operación, análisis de impacto ambiental específico por ubicación, y compatibilidad con el diseño de circuitos colectores. Se determina la capacidad requerida de la subestación considerando la potencia total instalada de aerogeneradores, factor de simultaneidad y requisitos de la interconexión al SNI.

El consultor deberá detallar la ubicación específica de la subestación colectora con coordenadas UTM referenciadas a la Red Microgeodésica Local, especificaciones técnicas detalladas de la subestación incluyendo configuración de barras, capacidad de la estación de transformación, y equipos de protección y control, presupuesto estimado de construcción por alternativa, y análisis de impacto ambiental específico por ubicación seleccionada.

- **Consideraciones para el circuito colector.**

El consultor procederá al diseño optimizado del circuito colector (aéreo, subterráneo o combinación aérea – subterráneo) que conecte todos los aerogeneradores con la subestación. La metodología considerará las restricciones técnicas, ambientales y topográficas identificadas en los estudios especializados, utilizando la Red Microgeodésica Local como referencia geodésica para todos los trazados.

El proceso técnico incluirá un análisis detallado de rutas considerando las restricciones identificadas en estudios ambientales y geológicos/geotécnicos, optimización de trazados considerando topografía del terreno según el levantamiento topográfico disponible, cálculo de pérdidas eléctricas por configuración considerando los datos de recurso eólico y factor de carga esperado, y dimensionamiento de conductores y equipos de control y protección según normativa vigente. Se evaluará, además la viabilidad técnica y económica del trazado aéreo versus subterráneo por sectores, considerando costos de construcción, facilidad de mantenimiento, e impacto ambiental específico.

Como resultado de este análisis, el consultor obtendrá los planos de trazado de circuitos colectores georreferenciados con coordenadas UTM, especificaciones técnicas detalladas de conductores, apoyos y equipos de protección, control, cálculo de pérdidas eléctricas por configuración, presupuesto estimado de construcción, y análisis de confiabilidad del sistema colector.

- **Consideraciones para la línea de transmisión.**

El consultor diseñará la línea de transmisión de 230 kV que conecta la subestación colectora con el punto de interconexión (PCC) al SNI previamente definido en el (literal a) numeral 1.4.1.6, empleando análisis de rutas óptimas, considerando las restricciones técnicas, ambientales y sociales identificadas.

El proceso técnico, al igual que el informe correspondiente incluirá un análisis detallado de las rutas de la línea de transmisión mediante sistemas de información geográfica considerando restricciones topográficas, ambientales y sociales, optimización de trazados empleando la información recopilada en los respectivos recorridos de campo, cálculo de pérdidas eléctricas por configuración, ubicación y número de torres, así como dimensionamiento de conductores, apoyos y equipos de protección y control según la normativa vigente. Se evaluará la compatibilidad técnica con el PCC definido por CELEC EP a través de la Jefatura de Estudios Energéticos de la Dirección de Planificación y Desarrollo de Proyectos de Expansión en el Anexo 4, incluyendo estudios de cortocircuito, estabilidad transitoria y coordinación de protecciones.

El consultor tendrá en cuenta como información de entrada, además los hallazgos de campo recolectados mediante el recorrido en campo de expertos por las zonas de las alternativas de trazado. Todo lo anterior deberá ser evaluado y contrastado con los hallazgos de campo obtenidos mediante recorridos detallados por la zona del posible trazado, registrando a través de recorrido observaciones del terreno, accesos, obras civiles existentes y cualquier evidencia de procesos geodinámicos activos.

Como resultado de este análisis, el consultor obtendrá los planos de trazado de la línea de transmisión georreferenciados, las especificaciones técnicas detalladas de conductores, apoyos y equipos de protección y control, cálculo de pérdidas eléctricas de transmisión, presupuesto estimado de construcción por alternativa, y análisis de compatibilidad técnica con PCC, mapas y tablas que permitan comparar alternativas, identificar tramos críticos y proponer medidas de mitigación y diseño (por ejemplo, soluciones

<b>M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.</b>	
<b>M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística</b>	
<b>P01 Gestión de contratación</b>	
Versión: 3.0	Página:33 de 65

de cimentación, estabilización de taludes y trazados alternativos), así como estimaciones preliminares de costos asociados a las obras de adecuación.

Con las consideraciones anteriores se busca balancear todos los criterios mediante la aplicación de técnicas de optimización multicriterio que consideren simultáneamente aspectos técnicos, económicos, ambientales y sociales, resultando en al menos tres alternativas de solución del proyecto.

Para todos los casos, el Consultor, junto con la Contratante deberá evaluar y asignar la importancia de los diferentes criterios, mediante talleres especializados de identificación y valoración de aspectos y perspectivas técnicas, económicas, ambientales y sociales.

#### **d) Integración de alternativas completas**

El consultor deberá integrar sistemáticamente todos los componentes optimizados en las etapas anteriores para formar alternativas completas de configuración del parque eólico, empleando los mapas de restricciones y superficies de aptitud espacial como herramientas de validación final. Cada alternativa completa deberá incluir el layout optimizado de aerogeneradores, la ubicación y diseño de subestación colectora seleccionada mediante optimización espacial, la configuración y trazado del circuito colector optimizados y el trazado de línea de transmisión al PCC mediante análisis de corredores. Se aplicará la validación integral de coherencia espacial verificando que todos los componentes sean compatibles entre sí y cumplan con las restricciones identificadas en los estudios especializados.

Para cada alternativa completa se realizará el modelado CFD (modelo de pérdidas por estela). Además para cada alternativa se incorporará el modelado integral del sistema eléctrico considerando: la producción energética anual estimada integrando el recurso eólico caracterizado, las pérdidas eléctricas totales del sistema desde aerogeneradores hasta el PCC definido por CELEC EP a través de la Jefatura de Estudios Energéticos de la Dirección de Planificación y Desarrollo de Proyectos de Expansión en el Anexo 4, calculadas mediante flujo de potencia, factor de planta esperado del proyecto considerando disponibilidad de equipos y restricciones de transmisión, y compatibilidad técnica con requisitos de conexión al SNI validados mediante estudios eléctricos especializados. Se calculará además la capacidad instalada efectiva considerando restricciones de transporte y evacuación, así como la energía neta entregable al sistema considerando todas las pérdidas y limitaciones operativas.

Se desarrollará el modelado técnico integral empleando software especializado que simule el comportamiento del sistema eléctrico completo considerando la variabilidad temporal del recurso eólico según datos horarios de medición, curvas de potencia específicas de aerogeneradores seleccionados, pérdidas por efecto estela calculadas mediante modelos validados, pérdidas en el circuito colector según configuración y sección de conductores, pérdidas en transformación y equipos de subestación y pérdidas en la línea de transmisión hasta el PCC. Se calculará también la producción energética neta horaria durante un año típico meteorológico representativo del sitio (TMY).

La evaluación de alternativas del parque considerará de manera integral los impactos ambientales, sociales y económicos del proyecto, en cumplimiento con la normativa ambiental ecuatoriana y los estándares internacionales de desempeño ambiental del Banco Mundial. Se cuantificarán los efectos directos e indirectos sobre ecosistemas, incluyendo áreas sensibles y corredores de fauna, con especial atención a especies emblemáticas como el cóndor andino (anализar monitoreos existentes, información levantada por organismos externos, fundaciones, entre otros). Se incluirá el análisis de áreas de intervención, volúmenes de movimiento de tierras, afectación a la cobertura vegetal y emisión de gases de efecto invernadero evitados durante la operación del proyecto, así como la efectividad de medidas de mitigación y restauración ecológica. Se incorporará el análisis del impacto acumulativo frente a otros desarrollos regionales, considerando posibles efectos sinérgicos sobre la biodiversidad local. De manera complementaria, se evaluarán los impactos y beneficios sociales sobre comunidades cercanas, incluyendo generación de empleo directo e indirecto, fortalecimiento económico mediante compras locales y programas de responsabilidad social. Esta integración permitirá seleccionar alternativas que maximicen la sostenibilidad ambiental y social del proyecto.

Se incluirá la evaluación de contribución al desarrollo regional mediante mejoramiento de infraestructura vial, fortalecimiento de capacidades locales mediante programas de capacitación y transferencia tecnológica, y generación de oportunidades laborales para empresas locales en actividades de construcción, operación y mantenimiento, entre otras.

Se desarrollará la consolidación de costos de inversión (CAPEX) por alternativa mediante presupuestos detallados que incluya costos de adquisición, transporte y montaje de aerogeneradores con

<b>M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.</b>	
<b>M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística</b>	
<b>P01 Gestión de contratación</b>	
Versión: 3.0	Página:34 de 65



especificaciones técnicas definidas, infraestructura eléctrica incluyendo subestación colectora, circuito colector y línea de transmisión, obras civiles incluyendo cimentaciones, vías de acceso, edificaciones, sistemas auxiliares incluyendo respaldo de energía, sistemas de comunicaciones, control, y servicios generales, estudios de ingeniería, gestión y supervisión del proyecto, y contingencias según el nivel de definición del proyecto. En todos los casos, el consultor deberá entregar listado de potenciales proveedores a CELEC EP.

Se consolidarán los costos operativos (OPEX) estimados por alternativa incluyendo operación y mantenimiento de aerogeneradores y en general el BoP de la Central (infraestructura eléctrica, civil y otras), seguros, administración, arrendamientos y licencias y costo económico de pérdidas eléctricas. Se cuantificarán las diferencias en OPEX entre alternativas según configuraciones específicas de equipos, accesibilidad para mantenimiento, y nivel de pérdidas eléctricas calculadas.

Se desarrollará un análisis integral de riesgos por alternativa identificando y cuantificando al menos los factores de riesgo técnico, económico, ambiental, social, climatológico y regulatorio que afecten la viabilidad y desempeño de cada alternativa. Los riesgos técnicos incluirán vulnerabilidad de infraestructura ante eventos sísmicos según estudios geotécnicos, riesgo de fallas en componentes críticos de los aerogeneradores y según configuración del sistema eléctrico, accesibilidad para mantenimiento en condiciones climáticas adversas, y degradación acelerada de equipos por condiciones ambientales específicas del sitio. Es importante destacar que este análisis corresponde al nivel de prefactibilidad, por lo que los riesgos identificados y cuantificados serán refinados, ajustados y ampliados en las fases posteriores de factibilidad y estudios definitivos. Adicionalmente, se incorporarán nuevos riesgos que emergan durante el desarrollo detallado del proyecto, así como riesgos específicos de las fases de construcción y operación durante la vida útil del parque eólico que requieren análisis especializados en etapas posteriores.

Los riesgos económicos se identificarán considerando al menos la volatilidad de precios de energía según mercado eléctrico nacional, variabilidad en costos de construcción por escalación de materiales y mano de obra, riesgo de sobrecostos por condiciones geotécnicas imprevistas según estudios disponibles e impacto de cambios en tasas de cambio para equipos importados. Se cuantificarán rangos de variación probable para cada factor de riesgo económico.

Los riesgos ambientales incluirán al menos el potencial de impactos no previstos sobre especies protegidas, riesgo de oposición por parte de autoridades ambientales durante tramitología, posibles retrasos en licenciamiento ambiental, costos adicionales por medidas de compensación no contempladas inicialmente, y riesgo de modificaciones al proyecto por requerimientos ambientales emergentes. Se evaluará la probabilidad de ocurrencia y magnitud de impacto para cada riesgo ambiental identificado.

Los riesgos sociales se analizarán considerando al menos el nivel de oposición comunitaria según consultas realizadas, riesgo de conflictos durante construcción por afectación a actividades tradicionales, potencial de bloqueos o protestas que retrasen el cronograma, riesgo de incremento en compensaciones sociales por encima de lo planificado, y posible oposición política local que afecte permisos y licencias. Se desarrollará una matriz de probabilidad e impacto para cada riesgo social.

Se incorporarán riesgos climatológicos específicos mediante análisis de series históricas meteorológicas que identifiquen eventos extremos con períodos de retorno relevantes, incluyendo vientos huracanados que excedan velocidades de supervivencia de aerogeneradores, tormentas eléctricas de alta intensidad que incrementen riesgo de descargas atmosféricas, variaciones extremas de temperatura que afecten operación de equipos electrónicos, eventos de precipitación extrema que generen inundaciones y afecten accesos, y fenómenos de cambio climático que modifiquen patrones de viento a largo plazo.

Los riesgos regulatorios incluirán al menos modificaciones en políticas de incentivos para energías renovables, cambios en régimen tributario aplicable al sector, cambios en el marco legal del sector eléctrico, variaciones en tarifas, y modificaciones en procedimientos de licenciamiento y permisos sectoriales. Se evaluará el impacto potencial de cada cambio regulatorio sobre la viabilidad de las alternativas.

Adicionalmente, se considerarán riesgos específicos de construcción y operación que surjan durante el desarrollo detallado del proyecto.

Se desarrollará la cuantificación de riesgos empleando distribuciones de probabilidad preliminares para cada factor identificado, incorporando todas las distribuciones de riesgo identificadas considerando riesgos correlacionados que puedan potenciar impactos negativos. Se identificarán además riesgos específicos por alternativa según sus características de ubicación, configuración técnica, y nivel de exposición a diferentes amenazas. Esta cuantificación preliminar será refinada y detallada en fases posteriores mediante estudios

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.	
M31 Gestión de abastecimiento y administrar logística	
P01 Gestión de contratación	
Versión: 3.0	Página:35 de 65



especializados de riesgo que incorporen análisis cuantitativos más precisos, modelado estocástico avanzado, y estrategias específicas de mitigación para las fases de construcción y operación.

Como resultado de este análisis el consultor obtendrá las configuraciones completas de alternativas con todos los componentes integrados, indicadores técnicos de producción energética y eficiencia del sistema (especificando valores de pérdidas en todos los sistemas que conforman el proyecto), cuantificación de impactos ambientales y medidas de mitigación, evaluación de impactos sociales y beneficios comunitarios, presupuestos consolidados de inversión por alternativa, estimación de costos operativos por alternativa, y ranking de riesgos identificados y cuantificados por alternativa.

Con esta información, el consultor desarrollará talleres de socialización para presentar los resultados obtenidos, metodologías aplicadas y herramientas computacionales empleadas ante el contratante, stakeholders y expertos sectoriales. Estos espacios de participación tendrán como objetivo validar técnicamente los hallazgos, alcanzar consensos sobre las alternativas propuestas, y obtener la conformidad necesaria para proceder a la siguiente fase del proyecto.

**Producto a entregar:**

Informe de alternativas de configuración del parque eólico.

El informe deberá incluir:

- i) Memoria de elaboración de mapas de restricciones y análisis espacial.
- ii) Micrositing y estimación de potencial energético.
- iii) Memoria de diseño de alternativas de la subestación colectora.
- iv) Memoria de diseño de alternativas del circuito colector.
- v) Memoria de diseño de alternativas de la línea de transmisión.
- vi) Memoria de integración de alternativas completas.

**1.4.1.7 Análisis de viabilidad financiera con modelo sombra.**

En esta etapa el consultor desarrollará el análisis de viabilidad financiera integral para cada alternativa integrada y consolidada en función de lo analizado en los capítulos anteriores, empleando además del modelo financiero base, el modelado financiero sombra de nivel de prefactibilidad que incorpore todos los riesgos cuantificados preliminarmente y evalúe la factibilidad técnica-económica de cada configuración propuesta del parque eólico.

Es importante destacar que la evaluación financiera corresponde al nivel de prefactibilidad, por lo que utilizará estimaciones preliminares de costos de construcción, ingresos y riesgos que serán refinadas y analizadas con mayor profundidad en las fases posteriores de estudios del proyecto. Las distribuciones de probabilidad empleadas para riesgos corresponderán a estimaciones iniciales basadas en información disponible que obedece al alcance de los estudios de prefactibilidad, las cuales serán actualizadas con estudios especializados en fases posteriores.

El análisis financiero se ejecutará considerando los flujos de efectivo específicos de cada **alternativa** técnica durante la vida útil del proyecto, integrando los costos de inversión consolidados, ingresos por ventas de energía según producción energética calculada, costos operativos diferenciados por configuración, aspectos fiscales y tributarios específicos y la matriz integral de riesgos cuantificados.

Sin ser una limitante, los indicadores que deberá considerar el Consultor son:

- LCOE (USD/kWh).
- Tasas de descuento e interés.
- VAN o Valor Actual Neto.
- TIR o Tasa Interna de Retorno.
- Razón Beneficio/Costo (B/C).
- Período de Retorno de la Inversión.
- Análisis de valor por dinero (VfM).
- ROE (Return on Equity).
- WACC (Costo capital promedio ponderado)

<b>M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.</b>	
<b>M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística</b>	
<b>P01 Gestión de contratación</b>	
Versión: 3.0	Página:36 de 65



El modelado incorporará explícitamente los riesgos identificados por cada alternativa técnica mediante distribuciones de probabilidad para disponibilidad de equipos según configuración específica, degradación acelerada por condiciones ambientales del sitio, pérdidas adicionales por fallas en componentes críticos y costos de mantenimiento.

Se elaborará un ranking de viabilidad financiera ordenando las alternativas según el riesgo, empleando métricas eficientes, índice de rentabilidad probabilístico y score integral de viabilidad que combine rentabilidad - riesgo.

Como resultado de este análisis el consultor obtendrá un modelo financiero estocástico por alternativa con distribuciones de probabilidad para indicadores clave, análisis de viabilidad financiera que identifique alternativas económicamente factibles, ranking de alternativas viables ordenadas por rentabilidad ajustada por riesgo, matriz de factores críticos de riesgo por alternativa, recomendación de alternativas que superen filtros mínimos de viabilidad económica.

Con el fin de socializar y validar técnicamente los productos elaborados, mediante talleres de participación, el Consultor presentará a la Contratante y partes interesadas los resultados obtenidos, las metodologías implementadas y las herramientas computacionales empleadas. Además de construir acuerdos sobre los criterios de evaluación con pesos específicos a la evaluación de las alternativas desarrolladas, sobre la base de una propuesta desarrollada por el consultor y de esta forma asegurar la conformidad necesaria para continuar con la siguiente etapa del proyecto.

Como parte de viabilidad financiera, se deberá realizar el correspondiente análisis de sensibilidad por cada alternativa en el que se deberá considerar:

- Variación del precio de la energía.
- Variación del presupuesto total del proyecto.
- Variación del plazo de construcción.
- Variación de la energía generada.
- Variación de la tasa de interés, periodo de gracia y plazo de préstamo.

#### **Producto a entregar:**

Informe de análisis de viabilidad financiera con modelo sombra.

#### **1.4.1.8 Evaluación multicriterio y selección de alternativa óptima**

En esta etapa, el consultor deberá construir una matriz de decisión multicriterio empleando únicamente las alternativas viables identificadas.

El consultor podrá proponer el uso de metodologías de análisis multicriterio reconocidas en la práctica internacional, tales como AHP (Analytic Hierarchy Process), ELECTRE (Elimination Et Choix Traduisant la REalité) III, TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) o más eficientes, integrando análisis de riesgos con matrices de probabilidad-impacto para obtener la alternativa óptima que combine viabilidad técnico-económica con el mejor desempeño en criterios de sostenibilidad y menor exposición a riesgos operativos y estratégicos.

Es importante indicar que la decisión sobre la metodología definitiva a aplicar corresponderá exclusivamente a la entidad contratante, en función de sus criterios de conveniencia, transparencia y alineación con los objetivos del proyecto.

El consultor deberá justificar técnicamente la metodología que sugiera, demostrando su pertinencia y aplicabilidad, pero la contratante se reserva el derecho de aceptar o solicitar la modificación o sustitución de dicha propuesta.

El consultor realizará talleres participativos para de forma conjunta con CELEC EP y partes interesadas, analizar las metodologías, criterios de evaluación y selección, además de herramientas computacionales utilizadas con el propósito de validar los hallazgos, generar consensos técnicos y obtener la aprobación requerida para avanzar a la siguiente fase del proyecto.

#### **Producto a entregar:**

- Informe de evaluación multicriterio y selección de alternativa óptima.

<b>M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.</b>	
<b>M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística</b>	
<b>P01 Gestión de contratación</b>	
Versión: 3.0	Página:37 de 65



#### **1.4.1.9 Integración de los resultados en un informe final de prefactibilidad.**

El consultor deberá consolidar todos los análisis y diagnósticos realizados y debidamente justificados en un documento técnico-administrativo que incluya todos los hallazgos de cada una de las fases de esta sección y toda la documentación de respaldo en físico y digital.

En el informe se deberá especificar y justificar detalladamente la alternativa seleccionada y priorizada que finalmente será analizada en la fase de factibilidad. Además, el informe deberá incorporar actas firmadas correspondientes a los acuerdos y decisiones tomados en los talleres participativos.

El consultor entregará a CELEC EP además del Informe Final un Resumen Ejecutivo del proyecto en donde se indiquen y resuman los estudios realizados, así como las correspondientes conclusiones y recomendaciones para cada una de las áreas y apartados estudiados en la presente fase del proyecto.

La aprobación de este informe habilitará el inicio de la fase de factibilidad, siempre que exista una alternativa de construcción viable.

#### **Producto a entregar:**

Informe final de la etapa de prefactibilidad.

#### **1.4.2 FASE DE ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD.**

El enfoque metodológico de esta fase se estructurará en actividades secuenciales e interrelacionadas que permitan la transición ordenada desde los resultados de la fase de prefactibilidad hasta la construcción del proyecto eólico. En esta fase se desarrollará, entre otros, para la alternativa óptima determinada en la fase de prefactibilidad: la ingeniería, estudios, diseños, planos, especificaciones constructivas, la validación técnica integral mediante estudios especializados y análisis financiero.

El Consultor deberá presentar para todos los casos en donde se contemple la adquisición de equipamiento, información verificable respecto a la existencia de dichos equipos y el respaldo técnico – comercial del fabricante. En este sentido, se requerirá que el diseño se sustente en una base de datos técnica que incorpore hojas técnicas, mediante las cuales se evidencie de manera formal y verificable la existencia real de los equipos propuestos en el mercado.

Cada actividad debe seguir cronologías específicas que aseguren la continuidad técnica y la trazabilidad de decisiones, empleando como insumos los productos de la fase de prefactibilidad. La metodología garantizará que al finalizar esta fase se cuente con el portafolio técnico-financiero-económico necesario para proceder con las próximas fases del proyecto.

El Consultor deberá presentar informes de avance mensuales (dentro de los primeros (5) días calendario siguiente al mes de ejecución, cuyo contenido y formato será coordinado con la Administración del Contrato. En dichos informes mensuales se indicará y detallará, como mínimo:

- Actividades de campo realizadas
- Ensayos de laboratorio ejecutados
- Personal técnico, administrativo y operativo participante
- Principales avances del periodo
- Estado de plazos, económico y administrativo del contrato
- Los rendimientos o avances mensuales parciales y acumulados ejecutados por cada actividad y producto.
- Se indicarán las causas de los atrasos, los requerimientos y los acuerdos para cumplir con las fechas del cronograma del diseño
- Inconvenientes presentados y alternativas de corrección
- Lecciones aprendidas

La gestión de planos, costos, presupuestos, cronograma, evaluación económica – financiera deberán, como mínimo, contener lo siguiente:

<b>M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.</b>	
<b>M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística</b>	
<b>P01 Gestión de contratación</b>	
Versión: 3.0	Página:38 de 65



**a) Planos.**

Sobre la base de los diseños del proyecto y según los requerimientos de estos Términos de Referencia, considerando todas las especificaciones técnicas generales y particulares determinadas por el Consultor, se prepararán los planos constructivos y se deberá considerar lo siguiente:

Los planos constituyen la base para planificar las diferentes fases del proyecto, entre ellas, la construcción de la obra y la determinación de su costo, por lo tanto, no podrán existir descripciones insuficientes, confusas o ambiguas.

Como anexo a los planos constructivos constará la memoria de cálculo de cantidades de obra establecida para cada rubro o actividad de trabajo. Estos datos serán los que posteriormente constarán en la tabla de cantidades y precios que permitirá establecer el presupuesto referencial de la obra.

**b) Costos y presupuestos.**

Según se requiera en estos Términos de Referencia, para el caso de costos y presupuestos, se deberá incluir al menos lo siguiente:

- Elaborar el presupuesto de obra civil (OC) conforme los diseños, planos, especificaciones técnicas y memorias de cálculo. Se presentará en forma tabulada el resumen de las cantidades de obra del proyecto y sus respectivos costos.

Con base a los costos de materiales, transporte, mano de obra y otros insumos se determinarán precios unitarios de los rubros, con los cuales se consolidará el presupuesto de la obra que incluirá: cimentaciones, plataformas de maniobra e izaje, circuitos colectores, subestación, línea de transmisión y vías del proyecto. Se presentará en forma tabulada el resumen de las cantidades de obra del proyecto y sus respectivos costos.

- Elaborar el presupuesto de adquisición, transporte a sitio e instalación del equipamiento electromecánico (EEM) con base en precios de proyectos construidos o en construcción, así como de los precios unitarios de los rubros principales para: aerogeneradores, subestación y línea de transmisión.
- Este presupuesto deberá considerar la estimación de los costos requeridos para el proceso constructivo, asociados a vías de acceso temporales, campamentos temporales y/o permanentes, escombreras y otras instalaciones y sistemas auxiliares.
- Así también deberá sustentarse y estimarse otros conceptos que serán parte de los costos indirectos, tales como: movilización, costos de personal técnico y administrativo, alquileres y seguros, mantenimiento, garantías, etc.
- Para efectos de estimación del presupuesto del proyecto integral, deberá sustentarse y estimarse los costos para: Fiscalización, Supervisión, Plan de Desarrollo y Manejo Territorial, Plan de Manejo Ambiental, otros que correspondan.

**c) Cronograma**

El cronograma de obra, al menos, deberá contener lo siguiente:

- Se integrará el presupuesto general de obra civil y equipos electromecánicos y el programa tentativo de obra para conocer el tiempo de construcción del mismo.
- El cronograma de construcción (físico y valorado) se elaborará con base en la asignación de tiempos para cada actividad, tomando en cuenta las cantidades de obra, rendimientos y el ejemplo de proyectos construidos anteriormente.

<b>M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.</b>	
<b>M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística</b>	
<b>P01 Gestión de contratación</b>	
Versión: 3.0	Página:39 de 65



**d) Garantías**

El Consultor deberá asesorar a CELEC EP, respecto a las garantías técnicas, correspondientes al diseño y materiales de equipamiento electromecánico y otras de tipo constructivas y operativas que se deberá solicitar al fabricante o desarrollador del proyecto, previo a la etapa de construcción para garantizar la adecuada operatividad del proyecto durante su vida útil.

**1.4.2.1 Estudios geológicos, geomorfológicos, geotécnicos y sismológicos.**

**a) Geología y geofísica.**

**Geología.**

Se deberá realizar la cartografía geológica a escala 1:1,000 para el área del proyecto, líneas de transmisión y subestación: mapeo detallado de unidades litológicas, estructuras (fallas, fracturas, pliegues), contactos geológicos, zonas de alteración y riesgos geológicos específicos (deslizamientos, subsidencia, sismicidad). Para el análisis estructural, se deberá realizar el estudio detallado de fallas y fracturas, incluyendo caracterización geométrica, cinemática y potencial actividad. Se deberá también realizar la evaluación de riesgos geológicos, que deberá incluir: análisis de estabilidad de taludes, riesgo de licuefacción, potencial de subsidencia y otros riesgos específicos del sitio.

**Geofísica.**

Para complementar los ensayos indirectos ejecutados en la etapa de prefactibilidad, se aplicarán técnicas combinadas de tomografía eléctrica, SEV y MASW-2D (Multichannel Analysis of Surface Waves). Esta metodología permitirá obtener un mapeo detallado del subsuelo, identificando heterogeneidades, contactos litológicos, zonas de alteración y el nivel freático con alta resolución. Además, se determinarán perfiles de velocidad de ondas de corte (Vs), esenciales para caracterizar la rigidez del suelo y roca, y derivar parámetros geotécnicos dinámicos.

- Área del proyecto: Se ejecutarán estudios geofísicos (estimados 1000m) con una profundidad mínima de investigación de 30 metros. Se realizarán además sondeos eléctricos verticales (SEV), debe ejecutarse al menos uno por cada dos aerogeneradores, con profundidad mínima de investigación de 30 metros, para validar e integrar los resultados y generar un modelo 3D robusto del subsuelo.
- Subestación: Se realizarán estudios geofísicos (estimados 350m), con profundidad mínima de investigación de 20 metros, complementados con tres SEV de igual profundidad, con el mismo objetivo de validación e integración de datos, debe considerarse que estos SEV tienen el objetivo de realizar el análisis del mallado a tierra.
- Líneas de transmisión: Se estiman estudios geofísicos (estimados 400m) con profundidad mínima de investigación de 20 metros y SEV a la misma profundidad mínima de investigación, siguiendo la misma metodología de validación e integración, debe considerarse que estos SEV tienen el objetivo de realizar el análisis del mallado a tierra.

**b) Geotecnia.**

El objetivo de la geotecnia en esta fase es determinar el modelo geotécnico, en donde se establezca entre otros aspectos los parámetros geomecánicos del macizo rocoso, de las zonas de emplazamiento y sitios de obras del proyecto.

Se tomará como base el modelo geológico del sitio establecido en esta etapa, además de la información de laboratorio para actualizar y complementar los modelos geotécnicos de las zonas de emplazamiento.

Las actividades a desarrollar son las siguientes:

**Sondeos mecánicos con extracción de testigos continuos:**

<b>M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.</b>	
<b>M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística</b>	
<b>P01 Gestión de contratación</b>	
Versión: 3.0	Página:40 de 65



- Cantidad: se debe ejecutar al menos 1 sondeo cada 2 aerogeneradores en sitios con alta variabilidad geotécnica; 1 sondeo cada 3 aerogeneradores en zonas más homogéneas; y sondeos adicionales para subestación y accesos. (revisar tabla de cantidades).
- Profundidad de investigación: La perforación deberá realizarse hasta un mínimo de 30 metros de profundidad o hasta alcanzar una sección continua de al menos 10 metros de roca competente. La investigación podrá considerarse concluida cuando se hayan perforado 10 metros en roca de buena calidad, clasificada como tipo I-II.
- Ensayos: Se realizarán ensayos SPT (Standard Penetration Test) cada 1.0 metro de profundidad, junto con la toma de muestras inalteradas para análisis de laboratorio. El alcance incluye también la ejecución del ensayo de veleta para determinar la granulometría y características del suelo.

Asimismo, se realizarán sondeos mecánicos con extracción de testigos continuos para la alternativa seleccionada de la subestación y las líneas de transmisión internas. En este sentido, las cantidades de perforaciones serán definidas por el consultor y deberán ser autorizadas por el administrador, previa presentación de una justificación técnica adecuada.

Para la profundidad de investigación en la subestación y las líneas de transmisión, se establecerá una profundidad mínima de al menos 20 metros. No obstante, la investigación podrá considerarse concluida cuando se hayan perforado un mínimo de 10 metros en roca de buena calidad, clasificada como tipo I-II. (Ver Anexo 1: TABLA DE CANTIDADES DE INVESTIGACIÓN DE CAMPO Y ENSAYOS DE LABORATORIO).

#### ***Calicatas:***

Se excavará al menos una calicata por cada dos aerogeneradores en áreas con alta variabilidad geotécnica, y una calicata por cada tres aerogeneradores en zonas más homogéneas. Asimismo, se realizarán calicatas adicionales para la subestación y las líneas de transmisión internas, cuyas cantidades serán definidas por el consultor y aprobadas por el administrador, previa presentación de una justificación técnica adecuada (Ver Anexo 1: TABLA DE CANTIDADES DE INVESTIGACIÓN DE CAMPO Y ENSAYOS DE LABORATORIO).

El objetivo principal de estas calicatas es efectuar una inspección visual directa del suelo y la toma de muestras superficiales que complementen la caracterización geotécnica del sitio.

#### ***Ensayos geotécnicos in situ:***

- Ensayos de penetración de cono (CPTu): Para determinar la estratigrafía del suelo, resistencia y parámetros geotécnicos, uno por sondeo.
- Ensayo de Placa de Carga (Plate Load Test) El contratista deberá ejecutar ensayos de placa de carga para determinar la capacidad portante y el módulo de deformación del suelo en las ubicaciones exactas previstas para las cimentaciones de los aerogeneradores. Estos ensayos permitirán evaluar la respuesta del terreno bajo cargas aplicadas y garantizar que las cimentaciones diseñadas cumplan con los requisitos de seguridad y estabilidad. Realización de un ensayo de placa de carga por cada ubicación de aerogenerador. El ensayo deberá cumplir con las normas ASTM D1196 y EN 1997-2 o normas equivalentes reconocidas internacionalmente. La metodología deberá incluir la aplicación gradual de cargas y la medición precisa de las deformaciones verticales del suelo. El informe final deberá incluir curvas carga-deformación, capacidad última del suelo, y el módulo de deformación calculado para cada punto ensayado.
- Ensayos de permeabilidad (Lefranc, Lugeon): Para determinar la permeabilidad del suelo y roca, se debe realizar al menos 3 ensayos de permeabilidad por cada sondeo, distribuidos en los diferentes estratos o niveles hidrogeológicos relevantes. Si el terreno es muy heterogéneo o hay presencia de fracturas, se puede aumentar la cantidad de ensayos para asegurar una caracterización adecuada, esto deberá ser técnicamente justificado y validado por el administrador del contrato.

#### ***Ensayos de laboratorio.***

Para garantizar una caracterización precisa del subsuelo y materiales, se realizarán los siguientes ensayos de laboratorio sobre muestras representativas obtenidas en sondeos y calicatas.

<b>M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.</b>	
<b>M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística</b>	
<b>P01 Gestión de contratación</b>	
Versión: 3.0	Página:41 de 65



- Ensayos de Identificación (mínimo 2 -3 muestras por sondeo).
  - Granulometría: Determinación de la distribución del tamaño de partículas para clasificar el suelo según normas ASTM D422.
  - Límites de Atterberg: Límites líquido, plástico y plasticidad para suelos finos (ASTM D4318).
  - Contenido de humedad: Medición gravimétrica del agua presente en la muestra (ASTM D2216).
  - Peso específico y densidad aparente: Para caracterizar la masa y volumen del suelo (ASTM D854, D2937).
- Ensayos de Resistencia (mínimo 2-3 muestras por estrato).
  - Corte directo: Ensayo para determinar la resistencia al corte no drenada o drenada (ASTM D3080).
  - Ensayos triaxiales (CU, CD): Ensayos consolidados drenados, no drenados, con medición de presión de poros para obtener parámetros de resistencia y deformación (ASTM D4767).
- Expansión libre y controlada: Estos ensayos permiten evaluar la capacidad del suelo para causar daños por expansión, como levantamientos diferenciales y daños estructurales, y son esenciales para el diseño de cimentaciones en suelos arcillosos expansivos. Con ellos se puede clasificar el riesgo de expansión y definir estrategias de diseño o mitigación. Esto se debe aplicar en caso de encontrar arcillas.
- Ensayo CBR: mide la capacidad de soporte o resistencia a la penetración del suelo bajo carga, lo que también está ligado a su resistencia al corte.
- PROCTOR modificado: permite conocer las condiciones ideales para compactar el suelo y lograr una mayor resistencia y estabilidad en obras que requieren una compactación intensa.
- Ensayos de Durabilidad (mínimo 1 muestra por material crítico).
- Ensayos de desintegración: Evaluar la resistencia a la desintegración por agua o agentes químicos.
  - Hinchamiento: Medición de la expansión volumétrica en suelos expansivos.
  - Abrasión: Para materiales rocosos o gravas, evaluar resistencia al desgaste.
  - Ensayos Químicos (mínimo 1 muestra representativa por área de cimentación).
  - Contenido de sulfatos y cloruros: Para evaluar agresividad química al concreto y metales (ASTM D516).
  - pH: Determinación del grado de acidez o alcalinidad del suelo (ASTM D4972).
  - Materia orgánica: Cuantificación para evaluar influencia en propiedades mecánicas y corrosión.

Para los ensayos geotécnicos de campo y laboratorio correspondientes a la subestación y las líneas de transmisión internas, las cantidades de ensayos serán definidas por el consultor y deberán ser autorizadas por el administrador, previa presentación de una justificación técnica adecuada. Esta definición se realizará considerando las características y condiciones específicas de la alternativa seleccionada para la subestación y las líneas de transmisión internas.

#### **Modelado geotécnico**

***El consultor deberá realizar al menos los siguientes análisis:***

<b>M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.</b>	
<b>M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística</b>	
<b>P01 Gestión de contratación</b>	
Versión: 3.0	Página:42 de 65

- Modelado numérico: Creación de modelos 3D del subsuelo utilizando software especializado (por ejemplo, PLAXIS 3D) para simular el comportamiento del suelo bajo cargas estáticas y dinámicas.
- Análisis de capacidad portante: Cálculo de la capacidad portante de diferentes tipos de cimentaciones (superficiales, profundas) considerando las características geotécnicas del suelo y los criterios de diseño.
- Análisis de asentamientos: Estimación de asentamientos a corto y largo plazo bajo las cargas de los aerogeneradores y otras estructuras.
- Análisis de estabilidad: Evaluación de la estabilidad de taludes y terraplenes, considerando factores de seguridad y posibles escenarios de falla.

**c) Sismología.**

El estudio sismotectónico permitirá la evaluación de la sismicidad regional y local, la identificación de fallas activas y el cálculo de espectros de respuesta sísmica para el diseño de cimentaciones.

Se deberá generar la microzonificación sísmica, que consisten en la evaluación de la respuesta sísmica local del terreno mediante análisis de vibraciones ambientales (HVSR) y modelado numérico.

Se llevará a cabo un análisis y evaluación que permita reconocer y caracterizar la actividad sísmica local y regional que pudiera estar relacionada con estructuras geológicas y tener influencia sobre la obra civil proyectada.

Por otro lado, se sabe que cualquier obra civil de envergadura se requiere de la evaluación de su comportamiento frente a diferentes solicitudes de carga, dentro de la parte dinámica se encuentra la evaluación de las fuerzas sísmicas. Resulta por tanto necesario, realizar un estudio de peligro sísmico del sitio en que se ubicarán las obras civiles del proyecto.

Como principales objetivos de este estudio se tiene, al menos, lo siguiente:

- Establecer las posibles fuentes sísmicas que afectan el área de estudio.
- Determinar los parámetros sísmicos de cada fuente.
- Analizar las características geotectónicas existentes en el área de proyecto, que servirán para los estudios de peligrosidad sísmica del proyecto.
- Determinar espectros de peligro por los métodos probabilista y determinista.
- Establecer criterios para el diseño de las obras civiles considerando el componente sísmico.

Se realizará un análisis de los catálogos de sismicidad histórica e instrumental, y también de las fuentes de información primaria para los sismos históricos e instrumentales más importantes.

Se determinará las principales estructuras neotectónicas capaces de generar movimientos fuertes en el área del proyecto, partiendo del marco tectónico regional establecido para el Sur del Ecuador.

Se revisarán las leyes de atenuación de la aceleración sísmica propuesta para varios ambientes geológicos en distintos lugares del mundo, como los criterios para su utilización dentro de la zona del proyecto.

Una vez conocidos la historia sísmica y sismogenética del área de estudio, se determinarán las posibles fuentes, así como sus parámetros sísmicos, con la finalidad de calcular el peligro sísmico y determinar los espectros de diseño, por los métodos determinista y probabilista.

El informe se basará en la información sismológica local recopilado a través de información existente de la sismicidad de la zona (registros históricos de sismos, informes de fallas activas, bibliografía relacionada, etc.).

El informe de peligro sísmico proporcionará los sismos de diseño que se utilizarán en el diseño en cada una de las estructuras del proyecto.

<b>M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.</b>	
<b>M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística</b>	
<b>P01 Gestión de contratación</b>	
Versión: 3.0	Página:43 de 65



El informe geológico, geomorfológico y geotécnico deberá presentar de manera clara y completa los estudios realizados en campo y laboratorio, junto con el análisis técnico de los datos obtenidos. Toda la documentación generada durante el proceso se incorporará como anexos del informe.

El entregable final incluirá un informe geotécnico integral, que sintetice los modelos geológicos, las condiciones geotécnicas identificadas y los resultados de campo y laboratorio. El documento presentará conclusiones y recomendaciones fundamentadas, así como planos y secciones geotécnicas en la escala correspondiente. La presentación del informe deberá alinearse, en lo que aplique, con la guía "Geotechnical Baseline Reports" (ASCE, 2022).

Con base en el reconocimiento geológico y en los resultados de las prospecciones sísmicas y de resistividad, se elaborarán perfiles estratigráficos interpretados del área de emplazamiento, conforme a la escala de análisis 1:1 000. Esta información se complementará con la evaluación de la permeabilidad e infiltración de los suelos superficiales.

El informe compilado deberá contener un capítulo exclusivamente dedicado a la factibilidad geotécnica, que deberá incluir, al menos:

- Perfiles geotécnicos, mapas de riesgo geológico y modelos 3D del subsuelo.
- Recomendaciones específicas para el diseño de cimentaciones, excavaciones, taludes y demás obras geotécnicas.
- Evaluación de costos y riesgos geotécnicos asociados a la construcción del parque eólico.

Informe de susceptibilidad a deslizamientos para toda el área del proyecto, a escala 1:1000. Este informe deberá identificar zonas potencialmente inestables, analizar los factores causantes de movimientos en masa y proponer recomendaciones generales para la mitigación y manejo de riesgos.

Informe hidrogeológico (escala 1:1000) que deberá caracterizar las condiciones del agua subterránea en el área del proyecto, incluyendo niveles freáticos, zonas saturadas y posibles impactos de la infraestructura sobre los recursos hídricos.

#### **Productos a entregar:**

- Informe compilado geológico, geomorfológico y geotécnico.
- Informe de susceptibilidad a deslizamientos para toda el área del proyecto.
- Informe hidrogeológico (escala 1:1000).
- Informe sismológico.

#### **1.4.2.2 Ingeniería y diseños.**

Los estudios incluirán los diseños a nivel de factibilidad (estructural, geotécnico, electromecánico, sistema de control y comunicaciones, sistema de protecciones, línea de transmisión, entre otros); abarcarán: aerogeneradores, subestación, circuito colector, línea de transmisión, vías de acceso, escombreras, establecer los tratamientos geotécnicos y obras de protección asociadas u otras requeridas para el adecuado funcionamiento de éstas.

Los diseños deberán elaborarse para la infraestructura global del proyecto, cumpliendo normas, estándares y códigos aceptados local e internacionalmente, aplicables a este tipo de proyectos. Sin el perjuicio de otras, se considerarán en su versión vigente al menos, las siguientes:

- IEC 61400-1, Wind turbines – Part 1: Design requirements.
- IEC 61400-12-1, Wind turbines – Part 12-1: Power performance measurements of electricity producing wind turbines.
- IEC 61400-24, Wind turbines – Part 24: Lighting protection.
- IEC 60034 (all parts), Rotating electrical machines.
- IEC 60050-415:1999 International Electrotechnical Vocabulary (IEV) - Part 415: Wind turbine generator systems
- IEC 60204-1:2016 Safety of machinery - Electrical equipment of machines - Part 1: General requirements

<b>M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.</b>	
<b>M31 Gestiónar abastecimiento y administrar logística</b>	
<b>P01 Gestión de contratación</b>	
Versión: 3.0	Página:44 de 65



- IEC 60204-11:2018 Safety of machinery - Electrical equipment of machines - Part 11: Requirements for equipment for voltages above 1 000 V AC or 1 500 V DC and not exceeding 36 kV
- IEC 62305-3:2024 Protection against lightning - Part 3: Physical damage to structures and life hazard
- IEC 62305-4:2024 Protection against lightning - Part 4: Electrical and electronic systems within structures
- IEC 61000-6-4:2018 Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-4: Generic standards - Emission standard for industrial environments
- ISO/IEC 17025 Testing and calibration laboratories.
- 1547-2018 - IEEE Standard for Interconnection and Interoperability of Distributed Energy Resources with Associated Electric Power Systems Interfaces.
- 519-2022 - IEEE Standard for Harmonic Control in Electric Power Systems.
- IEEE STD 80. IEEE Guide for safety in AC Substation Grounding.
- IEEE C37.11-2022 Standard Requirements for Electrical Control for AC High-Voltage (> 1000 V) Circuit Breakers.
- ACI CODE-318-19(22): Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary
- Specification for Structural Steel Buildings (ANSI/AISC 360-22)

Otra normativas a considerar:

- American Welding Society (AWS)
- National Electric Manufacturers Association (NEMA)
- American National Standards Institute (ANSI)
- American Society for Testing and Materials (ASTM)
- National Fire Protection Association (NFPA)
- International Organization for Standardization (ISO)
- Underwriters Laboratories (UL)
- American Concrete Institute (ACI)
- American Institute of Steel Construction (AISC)
- American Society of Mechanical Engineers (ASME)
- Otra Normativa Internacional aplicable.
- Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC) y otra normativa nacional aplicable y vigente.

**a) Validación y refinamiento de información base.**

El consultor iniciará esta fase con la validación de toda la información generada en prefactibilidad, incluyendo verificación de la Red Microgeodésica Local mediante re-medición de puntos (hitos) de control geodésico, validación de cartografía mediante inspección de campo de sectores críticos y actualización de modelos digitales de elevación con levantamientos topográficos complementarios en áreas de aerogeneradores, circuito colector, subestación colectora, línea de transmisión y vías internas y externas.

Se validará el micro-siting de la etapa anterior mediante inspección detallada de cada ubicación de aerogenerador, verificando accesibilidad, condiciones del terreno y ausencia de interferencias o restricciones no identificadas previamente.

**b) Selección y especificación de aerogeneradores.**

El consultor ejecutará la selección de aerogeneradores considerando las condiciones específicas del sitio validadas en los estudios de prefactibilidad, definiendo potencia nominal óptima según el recurso eólico caracterizado y las restricciones de conexión al SNI, altura de buje mediante análisis de optimización que considere perfil vertical de viento, obstáculos del terreno, y análisis costo-beneficio de torres de diferentes alturas. Se especificará: rangos de diámetro de rotor óptimos para el emplazamiento, dimensiones y peso de los aerogeneradores considerando densidad de potencia del viento, restricciones de transporte por vías de acceso identificadas y compatibilidad con efectos estela y turbulencia calculados en los estudios CFD. Se definirán, además, especificaciones técnicas detalladas incluyendo curva de potencia certificada por el fabricante, velocidades de corte (in – out), nominal, y supervivencia, clase de turbulencia según normativa IEC en su edición más actualizada, modo de control de potencia (pitch, stall, o combinado), sistema de orientación y frenado, y especificaciones de equipos eléctricos internos incluyendo: generador, transformador elevador (de ser el caso) y sistema de control. Se especificarán requerimientos de

<b>M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.</b>	
<b>M31 Gestión de abastecimiento y administrar logística</b>	
<b>P01 Gestión de contratación</b>	
Versión: 3.0	Página:45 de 65



cimentación según cargas transmitidas por cada modelo de aerogenerador, incluyendo cargas estáticas, dinámicas, sísmicas y de fatiga.

Se deberá validar la compatibilidad del aerogenerador seleccionado con condiciones ambientales y climatológicas del sitio incluyendo densidad del aire, presión atmosférica, temperatura de operación y temperatura ambiente, altitud (altura sobre el nivel del mar), humedad ambiental, fenómenos climatológicos como descargas eléctricas, formación de hielo si aplica e influencia de eventos extremos en la operación. Se deberán especificar los sistemas de protección contra rayos integrados en palas, góndola y torre, sistemas de monitoreo y control remoto, sistemas contra incendios en el interior, sistemas de evacuación de emergencia, ubicación del transformador de BT/MT y requerimientos de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo.

Se deberá especificar características de desempeño, disponibilidad, y durabilidad por parte del fabricante.

**c) Bancos y fuentes de materiales.**

En función del volumen requerido de los diferentes tipos de materiales requeridos, se identificarán los posibles bancos de materiales (canteras a explotar en la fase constructiva del proyecto). En caso de que justificadamente se sustente la no existencia de bancos de materiales técnica y económicamente aprovechables, se analizará el uso de fuentes de materiales (se refiere a ser obtenido de proveedores).

En el caso de bancos de materiales requeridos para hormigones, se analizarán y estudiarán, al menos, dos potenciales bancos, ubicados dentro de una distancia económicamente aprovechable la cual será determinada por el Consultor.

Para el caso de banco de materiales se realizará el estudio que verifique que se cumplan con los requisitos de calidad y cantidad, donde se estudiará las propiedades de los materiales para agregados para hormigón, determinará el volumen aprovechable y la calidad del material en cada banco, debiendo el Consultor emitir recomendaciones generales para su explotación (espesor de despalme, frente más recomendable para iniciar la explotación, alturas de banqueo y de inclinación de cortes). Se deberá además realizar la caracterización geológica; los trabajos de campo mediante métodos directos o indirectos, a fin de determinar los volúmenes aprovechables; muestreos y ensayos de laboratorio requeridos.

Con toda esta información se determinará la viabilidad técnica y económica para utilizar los bancos de material identificados como fuente de suministros para la construcción de las obras civiles en la etapa de factibilidad.

Para cada banco de materiales que resulte viable técnica y económicamente, el informe contendrá al menos lo siguiente: localización, condiciones de acceso, volumen económicamente aprovechable, distancia a las obras, registro de los ensayos de laboratorio, tablas resumen de los resultados de laboratorio, conclusiones y recomendaciones, planos y anexo fotográfico.

Para el caso de fuentes de materiales deberá establecerse las características y demás condiciones que deban cumplir los materiales acordes al uso que se prevea para los mismos.

Sobre la base del diseño de factibilidad de las obras, se procederá a una investigación detallada de las zonas de préstamo identificadas, estableciendo las propiedades físicas y mecánicas de los materiales, cuantificando su volumen y recomendando métodos adecuados de explotación.

Los presupuestos deberán ser elaborados con los materiales de canteras que cumplan con las especificaciones del MIT (ex MTOP), cuenten con los permisos ambientales (licencia ambiental o registro ambiental) y de operación (concesión minera).

Las muestras recolectadas de los sitios de estudio se someterán a las pruebas que se indican en el Anexo 1 y que sean requeridas acorde a las necesidades del proyecto.

**d) Escombreras.**

Se determinará la ubicación y efectuará un análisis de los lugares hacia donde deberán transportarse los escombros y otros materiales de residuo (escombreras). Deberá analizarse e incluirse, al menos, los siguientes aspectos:

- Cumplimiento de criterios ambientales para diseño de escombreras.

<b>M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.</b>	
<b>M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística</b>	
<b>P01 Gestión de contratación</b>	
Versión: 3.0	Página:46 de 65



- Capacidad portante del suelo.
- Volumen de almacenamiento potencial.
- Recomendaciones para colocación de los materiales.
- Análisis de estabilidad.
- Drenaje y obras asociadas.
- Diseño de vías de acceso (en correspondencia con su uso y características).
- Para el diseño de escombreras, deberán desarrollarse el diseño geotécnico, diseño estructural, diseño hidráulico y otros que correspondan, así como costos y presupuestos, cronograma de obra, memorias técnicas, especificaciones técnicas, planos.

El informe de escombreras incluirá criterios de diseño, memoria de cálculo, planos y el diseño del cierre de la escombrera considerando componente ambiental.

Además, se debe especificar que las escombreras deberán contar con los permisos ambientales correspondientes, así como indicar que las escombreras pueden ser reubicadas por el constructor garantizando similares controles y garantías ambientales y operativas.

Las muestras recolectadas de los sitios de estudio se someterán a las pruebas que se indican en el Anexo 1 y que sean requeridas acorde a las necesidades del proyecto.

e) **Diseño estructural de plataformas y cimentaciones de aerogeneradores.**

Los estudios de factibilidad de las plataformas y cimentaciones de los aerogeneradores se deberán realizar utilizando un programa o software de análisis estructural, a fin de que cumplan con las especificaciones para las cargas determinadas para el proyecto y sean homogéneas.

Se deberá presentar la interpretación de los resultados de investigaciones de campo directas, indirectas, ensayos de laboratorio, estudios sismológicos y geotécnicos para la determinación de los parámetros de entrada para el diseño estructural.

En esta etapa el Consultor deberá:

- Determinar cargas aplicadas sobre las cimentaciones.
- Establecer valores de capacidad admisible del suelo.
- Determinar el tipo de cimentación (superficial, profunda, pilotajes, etc.) y su respectivo diseño, según el sitio de emplazamiento de cada aerogenerador.
- Realizar las recomendaciones técnicas y de materiales respecto del hormigón de las cimentaciones propuestas.
- Cuantificar materiales (hormigón, acero, etc.) y volúmenes de excavación y relleno.
- Determinar el presupuesto de construcción por cada tipo de cimentación determinada en el estudio, según sea el caso.

Para el diseño de las cimentaciones el Consultor deberá considerar las cargas gravitacionales (viva y muerta), la carga cíclica del rotor y cargas accidentales (viento y carga sísmica) y otras consideraciones que estime pertinentes. Como resultado se deberá detallar las cargas incidentes y las combinaciones de carga.

A continuación, se especifica el alcance del diseño requerido para esta fase:

**I. Nivelación y conformación del terreno.**

- Cota de emplazamiento: definición de la elevación específica donde se ubicará la base de la turbina. Esto considera la topografía existente, la necesidad de cortes y rellenos, y la optimización para el acceso y las obras civiles.

<b>M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.</b>	
<b>M31 Gestión de abastecimiento y administrar logística</b>	
<b>P01 Gestión de contratación</b>	
Versión: 3.0	Página:47 de 65



- Plataforma de nivelación: diseño de una superficie horizontal o con una pendiente mínima controlada alrededor de la base de la turbina.
- Taludes y bermas: diseño de los taludes resultantes de los cortes o rellenos para asegurar su estabilidad a largo plazo. Se definirán ángulos de inclinación seguros, posibles bermas para control de erosión y accesibilidad, y sistemas de protección (revegetación, muros de contención si es necesario).

## ***II. Diseño de la cimentación.***

El estudio incluirá el reconocimiento en campo y toma de muestras para ensayos de laboratorio, los cuales deberán ser interpretados y considerados para diseño de la cimentación. Para ello el Consultor deberá definir la estratigrafía, determinar los parámetros geotécnicos del suelo, detectar discontinuidades ocultas y determinar las condiciones hidrogeológicas generales. Para el diseño de las cimentaciones se deberá considerar:

- Diseño de cimentaciones: Desarrollo de diseños de cimentaciones (superficial, profunda, pilotaje, etc.) que cumplan con los requisitos de seguridad, estabilidad, durabilidad y viabilidad del proyecto.
- Ubicación: definición exacta de las coordenadas y dimensiones de la base de la turbina, considerando el tipo de cimentación (gravedad, pilotes, etc.) y las especificaciones de la turbina seleccionada.
- Geometría de la cimentación: diseño de la forma y dimensiones de la cimentación (circular, poligonal, etc.), incluyendo la ubicación de los pernos de anclaje para la torre de la turbina.
- Pendientes de drenaje: incorporación de pendientes en la superficie de la cimentación para facilitar el drenaje de aguas pluviales y evitar la acumulación cerca de la base de la turbina.
- Diseño, planos, especificaciones técnicas, cantidades de obra y presupuesto de cada cimentación.

## ***III. Diseño de áreas de maniobra y montaje.***

- Área de maniobras de grúas: definición de un espacio adecuado y nivelado alrededor de la ubicación de la turbina para el posicionamiento y operación segura de las grúas durante el montaje. Se deberá considerar las dimensiones y los radios de operación de las grúas seleccionadas a partir del modelo de turbina.
- Áreas de almacenamiento temporal: identificación y diseño de espacios designados para el almacenamiento temporal de componentes de la turbina durante la fase de construcción.

## ***IV. Drenaje y control de erosión.***

- Diseño de sistemas de drenaje: incorporación de cunetas, zanjas de drenaje y otros elementos para captar y evacuar las aguas pluviales de la plataforma y evitar la erosión del terreno.
- Diseño de medidas de control de erosión: definición de técnicas para prevenir la erosión del suelo en la plataforma y los taludes, como revegetación, colocación de geotextiles, o construcción de muros de gaviones.

### **f) *Diseño de subestación colectora.***

El consultor desarrollará con base a la normativa local e internacional vigente, el diseño eléctrico, civil, electromecánico y comunicaciones de la subestación colectora considerando la configuración seleccionada en prefactibilidad sin olvidar el impacto de los aspectos meteorológicos debidos a la altura sobre el nivel del mar de la zona de emplazamiento del proyecto eólico, elaborando diagramas unifilares con especificaciones detalladas de todos los equipos incluyendo transformador de potencia, seccionadores, interruptores, transformadores de medida, equipos y celdas de protección y control, sistemas auxiliares (respaldo de energía, etc) y sistema de puesta a tierra y protección contra descargas atmosféricas. Se diseñará además las estructuras metálicas para equipos de patio con cálculos sísmicos y de viento, fundaciones de equipos con especificaciones geotécnicas, bodegas, edificio de control con sistemas de calefacción, ventilación o

<b>M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.</b>	
<b>M31 Gestiónar abastecimiento y administrar logística</b>	
<b>P01 Gestión de contratación</b>	
Versión: 3.0	Página:48 de 65



aire acondicionado según corresponda y protección contra incendios y sistema de drenaje pluvial del patio de subestación.

***g) Diseño de arquitectura de comunicaciones y SCADA del parque eólico y subestación.***

El Sistema de Supervisión, Adquisición y Control (SCADA), deberá permitir el control local y remoto de cada uno de los aerogeneradores y el parque eólico en conjunto, incluyendo las torres meteorológicas requeridas para la fase de operación.

Para determinar el trazado de la red de fibra óptica, el Consultor deberá considerar la disposición física de los aerogeneradores, resultante del estudio de microemplazamiento así como la ubicación de las torres meteorológicas de operación del parque para su integración al sistema SCADA.

En esta etapa, el Consultor deberá determinar y especificar lo siguiente:

- Requerimientos de interfaz entre los aerogeneradores, el sistema SCADA y el Operador Nacional (CENACE).
- Diseño de la red de comunicación del parque eólico (interna y externa).
- Diseño de la arquitectura del sistema SCADA del parque eólico.
- Especificaciones de equipos y protocolos requeridos para implementación del sistema SCADA.
- Requerimientos de seguridad del sistema SCADA.
- Determinar las funciones mínimas del sistema SCADA para operación del parque eólico.
- Presupuesto del trazado, tendido e instalación del sistema de comunicaciones y SCADA del proyecto, con especificación de cantidades y precios unitarios.
- Planos de diseño de la arquitectura SCADA, trazado de fibra óptica

***h) Diseño de circuito colector y línea de transmisión.***

El diseño del circuito colector se elaborará de acuerdo a la normativa local e internacional vigente, considerando su tipo (aéreo, subterráneo o un mix), el trazado, tipo, número de torres (si es el caso), desarrollando perfiles longitudinales detallados con ubicación exacta de torres, zanjas, puntos de transición y pozos de revisión según el caso. Se especificarán los cálculos de ampacidad, selección de aislamiento y los criterios eléctricos y mecánicos para selección del conductor apropiado, considerando según corresponda: distancias, condiciones de viento, temperatura, tipo de terreno, profundidad de zanjas, entre otros.

Como parte del diseño del circuito colector se deberá considerar el trazado de fibra óptica y comunicaciones para el sistema SCADA del parque eólico, así como sus especificaciones.

Además de lo anterior, como parte del circuito colector se diseñarán el sistema de puesta a tierra de los aerogeneradores, considerando si fuera el caso, la existencia del transformador de unidad en el exterior.

Para la línea de transmisión de 230 kV, la memoria de diseño deberá incluir como mínimo: coordinación de aislamiento, apantallamiento, selección de conductor y cables de guarda, campos electromagnéticos, radio interferencia, ruido audible, pérdidas (corona, joule), límite térmico, cálculos mecánicos de conductores y cabes de guarda, cálculo de los árboles de carga, tipos de estructuras. Se deberá incluir el plantillado (ubicación de estructuras en el perfil longitudinal y planimetria); tabla de ubicación de estructuras, parámetros y criterios generales para el plantillado de la línea de transmisión (condiciones climáticas, altura sobre el nivel del mar, criterios de tendido, etc.), tablas de tendido. Se ejecutarán los cálculos eléctricos de capacidad de transporte, pérdidas, y regulación de voltaje, estudios de flujos de carga y estabilidad transitoria, así como el diseño de puesta a tierra y protección contra descargas atmosféricas.

Además de lo anterior, se deberá realizar el diseño estructural (con su respectiva memoria de cálculo) de los diferentes tipos de estructuras autosostentantes de acero galvanizado y fundaciones requeridas para el trazado propuesto de la línea. Para ambos casos, se deberá entregar: planos por tipo de fundación y por tipo de estructura (en formato .dwg y pdf), diagramas de excavación, especificaciones técnicas de la obra civil y presupuesto referencial de la obra civil.

Sin perjuicio de lo anterior, el diseño de la línea de transmisión se llevará a cabo, considerando los requisitos técnicos que disponga CELEC EP TRANSELECTRIC.

El consultor tendrá en cuenta como información de entrada, además los hallazgos de campo recolectados mediante el recorrido en campo de expertos por las zonas de las alternativas de trazado. Todo lo anterior

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.	
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística	
P01 Gestión de contratación	
Versión: 3.0	Página:49 de 65

deberá ser evaluado y contrastado con los hallazgos de campo obtenidos mediante recorridos detallados por la zona del posible trazado, registrando a través de recorrido observaciones del terreno, accesos, obras civiles existentes y cualquier evidencia de procesos geodinámicos activos.

i) **Diseño de sistemas de puesta a tierra y protección atmosférica**

El consultor ejecutará mediciones detalladas de resistividad del suelo para: aerogeneradores, subestación y línea de transmisión mediante métodos Wenner y Schlumberger.

Para garantizar la confiabilidad del sistema, en emplazamientos con alta variabilidad geotécnica se deberán efectuar mediciones de resistividad cada tres aerogeneradores, mientras que en terrenos de características homogéneas bastará con una medición cada cinco aerogeneradores. Con base en estos resultados, se deberán elaborar modelos geoeléctricos específicos y diseñar sistemas de puesta a tierra tanto para los aerogeneradores como para su transformador de baja tensión (si aplica). Dichos sistemas deberán contemplar la disposición de electrodos, el dimensionamiento de los conductores de interconexión y la resistencia final exigida como parámetro de aceptación.

Asimismo, se realizarán mediciones de resistividad del suelo para la subestación y la línea de transmisión, cuyas cantidades serán determinadas por el consultor y aprobadas por el Administrador de Contrato, previa presentación de una justificación técnica adecuada de acuerdo a las cantidades preliminares determinadas en el Anexo 1: TABLA DE CANTIDADES DE INVESTIGACIÓN DE CAMPO Y ENSAYOS DE LABORATORIO.

Para la subestación colectora se diseñará la malla de tierra según norma IEEE vigente, con cálculos de potenciales de paso y contacto, dimensionamiento de conductores de malla, y especificaciones de electrodos verticales.

Para la línea de trasmisión se diseñará la malla de tierra según norma IEEE vigente, con cálculos de potenciales de paso y contacto, dimensionamiento de conductores de malla, y especificaciones de electrodos verticales.

**j) Diseño de vías y obras de arte complementarias.**

Conforme los resultados de la fase de prefactibilidad, en lo correspondiente al levantamiento, análisis y recomendaciones de puntos críticos en vías externas, el consultor ejecutará los diseños para la prevención, mitigación y/o corrección de cada uno de los sitios identificados.

Para cada uno de los sitios, los diseños incluirán al menos:

- Diseño geométrico.
- Criterios geológicos.
- Diseños geotécnicos.
- Diseños estructurales, hidráulicos, hidrológicos.
- Diseño de obras de arte.
- Diseño / reforzamiento de puentes y/o túneles (en caso de requerirse).
- Diseño de capa de rodadura (en correspondencia con su uso y características de la infraestructura a la que permite el acceso).
- Diseño de los caminos de acceso a los sitios de obra de la alternativa seleccionada del proyecto necesarios y a ser utilizados en la etapa de operación y mantenimiento (vías de acceso permanentes).
- Diseño de las variantes requeridas para los tramos de vías existentes, que de ser el caso serían afectados por obras del proyecto (vías de acceso permanentes).

Los estudios y diseños de las vías permanentes incluirán, al menos, los siguientes aspectos:

- Diseño geométrico.
- Criterios geológicos.
- Diseños geotécnicos (mesa, cortes, rellenos, estabilización de taludes)
- Diseños estructurales, hidráulicos.
- Diseño de obras de drenaje (alcantarillas, cunetas, descargas y todas las demás obras que sean requeridas).
- Diseño de obras de protección (muros, etc.)

<b>M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.</b>	
<b>M31 Gestión de abastecimiento y administrar logística</b>	
<b>P01 Gestión de contratación</b>	
Versión: 3.0	Página:50 de 65



- Diseño de señalización, e iluminación según corresponda.
- Diseño de capa de rodadura. (en correspondencia con su uso y características de la infraestructura a la que permite el acceso)
- Diseño de puentes y/o túneles (en caso de requerirse), incluyendo los diseños estructurales, geotécnicos, hidráulicos, capa de rodadura, etc., para la construcción de estos.
- Costos y presupuestos.
- Cronograma de obra.
- Memorias técnicas y criterios de diseño.
- Especificaciones técnicas
- Planos.

Se deberá realizar el diseño de los caminos de acceso para la construcción del proyecto de la alternativa seleccionada en la fase de prefactibilidad, que incluirá los siguientes aspectos.

- Diseño geométrico.
- Criterios geológicos.
- Diseños geotécnicos.
- Diseño de puentes y/o túneles (en caso de requerirse).

Se realizarán trabajos de campo y ensayos in situ y/o de laboratorio en base al Anexo 1: TABLA DE CANTIDADES DE INVESTIGACIÓN DE CAMPO Y ENSAYOS DE LABORATORIO, cuyas cantidades están establecidas referencialmente.

Con la información del análisis de las rutas y vías principales y secundarias del parque eólico, el Consultor deberá definir la modalidad de transportación, así como los medios de transporte y equipos especiales requeridos para la movilización de los componentes de los aerogeneradores, entre los diferentes tramos o rutas definidas desde la salida de puerto hasta la llegada a sitio (en cada plataforma).

Sin ser una limitante, el Consultor deberá considerar:

- Infraestructura vial.
- Capacidad de carga de vías y puentes.
- Ancho de vías.
- Radios de giro y curvas.
- Pendientes pronunciadas.
- Túneles y pasos a desnivel.
- Dimensiones (largo, alto y ancho) de los componentes.
- Pesos de los componentes.
- Necesidad de construir caminos temporales y adaptaciones.

El proceso de análisis por parte del Consultor deberá considerar como mínimo lo indicado a continuación:

- Mapeo detallado de la ruta.
- Simulaciones de transporte.
- Disponibilidad local de medios de transporte y equipo especial.
- Análisis y consulta con empresas locales con experiencia en movimiento de cargas sobredimensionadas.
- Análisis de costos de la logística y transportación de los aerogeneradores desde el puerto, hasta el sitio de implantación del proyecto, incluyendo adecuaciones de vía, obra mayor y otros asociados.

#### **k) Campamentos, talleres, bodegas, garitas, laboratorios y otras facilidades.**

Se deberá realizar el diseño de Campamentos (temporales y permanentes) a ser utilizado para la Construcción, Operación y Mantenimiento del parque eólico, partiendo del análisis de probables sitios más adecuados para la implementación del mismo, previendo la ubicación en zonas que no sean susceptibles a deslizamientos, inundaciones, etc., considerando los servicios básicos requeridos y cuya ubicación permita la adecuada y conveniente accesibilidad, así como la disponibilidad condiciones para la implementación de servicios de infraestructura básica (sistemas de agua potable, sistemas de agua residual, sistemas y tratamiento de residuos sólidos y líquidos, energía eléctrica, telecomunicaciones, etc.); también se deberá determinar, de manera sustentada y con base a buenas prácticas aplicables, los requisitos mínimos de habitabilidad que deberán cumplir en la construcción del campamento (m<sup>2</sup>/habitante, baños/habitante, iluminación, ventilación, áreas mínimas de zonas comunes, comedores, servicios

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.	
M31 Gestión de abastecimiento y administrar logística	
P01 Gestión de contratación	
Versión: 3.0	Página: 51 de 65



higiénicos, etc.). Así mismo, considerando lo antes indicado, deberá estimarse el costo del campamento temporal para etapa constructiva.

Desarrollar el diseño de las obras del campamento permanente para el personal a cargo de la operación y mantenimiento de la central, que incluye almacenes, bodegas de campamento, bodegas de central (equipos convencionales y equipos especiales), oficinas, comedores, dormitorios, lavanderías, dispensarios médicos, talleres vehiculares y otros requeridos, centro de abastecimientos de combustibles (de ser el caso), áreas de recreación, áreas verdes, vías interiores, servicios de infraestructura básica (sistemas de agua potable, sistemas de agua residual, sistemas y tratamiento de residuos sólidos y líquidos, energía eléctrica, telecomunicaciones, contra incendios, ambiental, etc.); y su correspondiente diseño arquitectónico y estructural.

Los estudios para el campamento permanente contemplan, al menos:

- Diseño sistema de agua potable.
- Diseño de sistemas de aguas residuales y aguas lluvias.
- Diseño de sistemas de residuos sólidos y líquidos.
- Diseño de vías interiores y puentes (de ser el caso).
- Diseño de vías de acceso.
- Diseños eléctricos, electrónicos, telecomunicaciones.
- Estudios y diseño de campamentos (arquitectónico, geológico, geotécnico, estructural, hidrosanitario, eléctrico, electrónico, telecomunicaciones, paisajismo, contra incendios, ambiental, circuito cerrado de televisión, aire acondicionado, etc.)
- Costos y presupuestos
- Cronograma de obra
- Memorias técnicas y criterios de diseño.
- Especificaciones técnicas
- Planos.

Se deberá considerar e incorporar debidamente las conclusiones, recomendaciones y los resultados de los estudios de geología y geotecnia planificados acorde a las condiciones y resultados esperados de cada tipo de campamento.

Se deberá considerar la normativa aplicable para este tipo de infraestructuras.

Se realizarán trabajos de campo y ensayos in situ y/o de laboratorio en base al Anexo 1: TABLA DE CANTIDADES DE INVESTIGACIÓN DE CAMPO Y ENSAYOS DE LABORATORIO, cuyas cantidades están establecidas referencialmente.

El informe final deberá incluir como mínimo:

- Memoria descriptiva de selección y especificación de aerogeneradores.
- Estudio de bancos y fuentes de materiales.
- Estudio de escombreras.
- Memoria de diseño estructural de plataformas y cimentaciones de aerogeneradores.
- Memoria de diseño de subestación colectora.
- Diseño de arquitectura de comunicaciones y SCADA del parque eólico y subestación.
- Memoria de diseño de circuito colector y línea de transmisión.
- Memoria de diseño de sistemas de puesta a tierra y protección atmosférica.
- Memoria de diseño de vías y obras de arte complementarias.
- Memoria de diseño de campamentos y otras facilidades

#### **Producto a entregar:**

Informe de ingeniería y diseños.

#### **1.4.2.3 Validación técnica y optimización final del diseño.**

##### **a) Estudios CFD y modelado avanzado de efectos estela.**

Con base a la normativa técnica IEC 61400-1:2019, Cap. 11: Assessment of a wind turbine for site-specific conditions, sus adendas o ediciones que le reemplace y de acuerdo a guías y buenas prácticas del sector de la energía eólica, el consultor ejecutará estudios de dinámica de fluidos computacional (CFD) tridimensionales empleando software especializado en energía eólica, considerando la topografía real del

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.	
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística	
P01 Gestión de contratación	
Versión: 3.0	Página:52 de 65



sitio con resolución de 1 metro, rugosidad específica de la cobertura vegetal y obstáculos naturales y artificiales. Se modelará la interacción entre aerogeneradores considerando diferentes direcciones y velocidades de viento, calculando pérdidas por efectos estela y efectos de turbulencia con mayor precisión que en los métodos analíticos empleados en prefactibilidad. Con ello se refinará el análisis CFD realizado en la fase de prefactibilidad, al igual que se logrará optimizar las posiciones de los aerogeneradores si se identifican mejoras significativas en la producción energética sin violar las restricciones estudiadas en la prefactibilidad.

Además de los indicados en el párrafo anterior, los parámetros que deberá considerar el consultor para el análisis CFD son:

- Coordenadas de las turbinas.
- Altura de buje.
- Diámetro del rotor según el modelo de aerogenerador analizado.
- Orientación de los aerogeneradores.
- Velocidad de viento de referencia y dirección de viento de entrada.
- Perfil vertical de la velocidad del viento (usando el parámetro de escala "c" y de forma "k" de la distribución de Weibull para el análisis a largo plazo).
- Intensidad de turbulencia.

La densidad, calidad y parámetros de mallado, los esquemas de discretización, así como las condiciones del entorno serán definidas por el consultor de acuerdo al análisis particular y su propia experiencia, justificando los criterios con respaldo documental.

Se desarrollará modelos y simulación del recurso eólico para toda el área de estudio y generación de escenarios de recurso eólico (TMY) para el largo plazo, para lo cual se utilizará los datos disponibles de recurso eólico medidos por CELEC EP, así como otras fuentes que el Consultor consideré adecuado para los fines pertinentes a esta etapa de la Consultoría.

Para esta etapa el consultor requerirá como insumos fundamentales los perfiles verticales completamente caracterizados en la etapa previa, complementados con modelos digitales de elevación de alta resolución que proporcionen información topográfica detallada del área del proyecto. Se necesitarán además mapas especializados de rugosidad del terreno y software avanzado de modelado CFD capaz de resolver las ecuaciones de Navier-Stokes para flujos atmosféricos complejos.

El análisis se centrará en determinar la distribución espacial detallada del recurso eólico en toda el área del proyecto mediante modelado computacional de dinámica de fluidos, considerando específicamente los efectos orográficos característicos de la cordillera andina, incluyendo fenómenos de aceleración del viento en crestas montañosas, separación de flujo en pendientes pronunciadas, y canalización en valles.

La implementación obedecerá a los procedimientos MEASNET, complementado con las consideraciones específicas para terreno complejo detalladas en la normativa IEC vigente. El modelado se ejecutará utilizando software el especializado específico para energía eólica, procesando datos topográficos de alta resolución, y fuentes de uso y cobertura/uso de suelo para la caracterización de rugosidad superficial con la debida justificación técnica y aprobación del Administrador del Contrato. El consultor también podrá hacer uso datos obtenidos en el levantamiento LiDAR para sus análisis.

El análisis identificará además áreas problemáticas donde puedan ocurrir fenómenos de separación de flujo o turbulencia excesiva que podrían afectar el rendimiento de aerogeneradores. Se generará un modelo tridimensional completo del flujo atmosférico que proporcionará visualización integral del comportamiento del viento en el sitio.

El Consultor entregará los archivos fuente y base de datos de los cálculos realizados para su posterior uso en las herramientas computacionales que dispone CELEC EP.

#### **b) Validación del modelo de producción energética.**

El consultor deberá refinar el modelo de producción energética empleando correlación MCP (Measure-Correlate-Predict) entre datos del sitio y estaciones meteorológicas de largo plazo, aplicando matrices de transferencia y análisis de incertidumbre. Se desarrollará un modelo horario de producción considerando variabilidad estacional, diaria, y efectos de temperatura sobre el rendimiento de los aerogeneradores. Se cuantificarán incertidumbres en producción energética empleando análisis estadístico y se establecerán escenarios P50, P75, y P90 para análisis financiero.

<b>M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.</b>	
<b>M31 Gestión abastecimiento y administrar logística</b>	
<b>P01 Gestión de contratación</b>	
Versión: 3.0	Página:53 de 65

**c) Estudios eléctricos especializados.**

El consultor deberá ejecutar los estudios eléctricos según regulaciones y normativa local vigentes para establecer el impacto de la interconexión del parque eólico al SNI usando software de modelación, incluyendo el parque eólico, línea de transmisión y red existente, además se ejecutarán estudios de calidad de energía analizando distorsión armónica, fluctuaciones de voltaje (flicker) y variaciones de frecuencia generadas por el parque eólico, verificando cumplimiento con normas locales e internacionales de calidad de energía vigentes, entre ellas el Código de Conexión del Sistema Eléctrico Ecuatoriano

En esta etapa el Consultor deberá analizar, la necesidad, aplicabilidad y viabilidad de incluir equipamiento especial para dar cumplimiento a las exigencias de la normativa local vigente, en cuyo caso, los costos de este equipamiento deberán ser considerados en el CAPEX y OPEX del proyecto y el correspondiente análisis financiero.

El informe deberá como mínimo incluir:

- Memoria de estudio CFD y modelado avanzado de efectos estela.
- Memoria de validación del modelo de producción energética.
- Memoria de estudios eléctricos especializados.

**Producto a entregar:**

Informe de validación técnica y optimización final del diseño.

**1.4.2.4 Estudios ambientales, gestión socioambiental y licenciamiento.**

Con el objetivo de obtener las autorizaciones administrativas ambientales (licencias ambientales) de los dos proyectos (PIMO y sus obras anexas, y línea de trasmisión Pimo - Subestación La Paz), el consultor que ejecute los estudios ambientales deberá estar acreditado ante la Autoridad Ambiental Competente como Empresa Consultora Tipo I de Alto Impacto.

Durante la fase de elaboración de los estudios ambientales del proyecto PIMO, el consultor deberá planificar y ejecutar el proceso de licenciamiento ambiental considerando la independencia administrativa, técnica y ambiental de los proyectos, de conformidad con la normativa ambiental vigente. En este marco, las obras de generación del proyecto -incluidos los sistemas de generación, subestación elevadora de potencia, plataformas, accesos y demás facilidades asociadas- deberán tramitarse de manera conjunta como un solo componente ambiental, sujeto a la obtención de una primera autorización administrativa ambiental. De forma complementaria, la línea de transmisión, en función de su trazado, longitud y área de influencia, deberá gestionarse como un proyecto independiente, con un proceso de evaluación ambiental diferenciado que concluya en la obtención de una segunda autorización administrativa ambiental.

Los dos procesos iniciarán con la categorización, obtención del certificado de intersección, viabilidad ambiental (en caso de aplicar) y la obtención de documentos habilitantes para los dos licenciamientos ambientales correspondientes. Continuará con la elaboración de los Estudios de Impacto Ambiental (EsIA) y del Informe de sistematización del proceso de participación ciudadana, y concluirá con el pronunciamiento favorable de aprobación de los estudios ambientales que abarque el pronunciamiento favorable del EsIA y del proceso de participación ciudadana ingresado en el SUIA y listo para obtener las licencias ambientales.

Los EsIA deberá contener como mínimo:

- Alcance, ciclo de vida y descripción detallada del proyecto, incluyendo las actividades y tecnologías a implementarse, con la identificación de las áreas geográficas a intervenir;
- Análisis de alternativas de las actividades del proyecto;
- Demanda de recursos naturales por parte del proyecto y, de ser aplicable, las respectivas autorizaciones administrativas para su utilización;
- Diagnóstico ambiental de línea base, que incluya el detalle de los componentes físicos, bióticos y los análisis socioeconómicos y culturales;
- Inventario forestal, de ser aplicable;
- Identificación y determinación de áreas de influencia y áreas sensibles;
- Análisis de riesgos, incluyendo los riesgos del ambiente al proyecto y del proyecto al ambiente;
- Evaluación de impactos socioambientales;
- Plan de manejo ambiental y sus respectivos subplanes; y
- Participación social y cualquier otro requisito que determine la Autoridad Ambiental Nacional.

<b>M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.</b>	
<b>M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística</b>	
<b>P01 Gestión de contratación</b>	
Versión: 3.0	Página:54 de 65



Adicionalmente, los EsIA deberá incorporar las observaciones técnica y económicamente viables derivadas del proceso de participación ciudadana, dejando constancia de ello en el estudio y en el Informe de sistematización correspondiente.

#### **a. Elaboración de línea base ambiental integral**

El Consultor desarrollará una línea base ambiental y social del área de implantación tanto del parque eólico PIMO y su subestación elevadora de potencia, como para la línea de transmisión que conectará el proyecto PIMO con la Subestación La Paz y sus zonas de influencias, aplicando metodologías estandarizadas y en cumplimiento con la normativa ambiental ecuatoriana y los Estándares de Desempeño del Banco Mundial/IFC. Esta línea base servirá como insumo técnico para la tramitación de dos autorizaciones administrativas ambientales.

La línea base caracterizará los ecosistemas altoandinos (páramo, subpáramo y formaciones herbáceas), incorporando inventarios de flora, vegetación y comunidades mediante levantamientos de campo y análisis de imágenes y modelos digitales del terreno.

El estudio incluirá un diagnóstico faunístico con énfasis en avifauna y murciélagos, por tratarse de los grupos más sensibles a parques eólicos, priorizando especies planeadoras (incluidas aquellas de gran envergadura), migratorias y con riesgo de colisión, como el cóndor andino y otras rapaces altoandinas. Se utilizarán técnicas de monitoreo reconocidas internacionalmente, que podrán incluir conteos desde puntos fijos, transectos, cámaras trampa, registradores acústicos y monitoreo estacional.

Los componentes físico-ambientales comprenderán entre otros, el clima de alta montaña, geomorfología, calidad del aire y ruido, hidrología superficial y conectividad de humedales y pajonales, además de la identificación de riesgos naturales como deslizamientos, tormentas, heladas o descargas atmosféricas. El componente socioeconómico evaluará el uso actual del territorio, tenencia de tierras, dinámica social, estructura productiva, percepción comunitaria y expectativas frente al desarrollo del proyecto, entre otros.

Los resultados constituirán la línea base de referencia para la evaluación y modelación de impactos y para la formulación del Plan de Manejo Ambiental de los proyectos.

#### **b. Identificación y valoración de impactos ambientales y sociales**

El Consultor desarrollará una identificación y evaluación integral de los impactos ambientales y sociales derivados de los proyectos, considerando las fases de construcción, operación, mantenimiento y cierre del parque eólico PIMO, así como de su subestación elevadora y la línea de transmisión hasta la Subestación La Paz. El análisis se realizará mediante herramientas reconocidas como el método de Leopold modificado, matrices de importancia relativa, análisis multicriterio y análisis de sensibilidad, permitiendo asignar niveles de significancia y determinar los impactos que requieran medidas específicas de prevención, mitigación, compensación o rediseño.

La valoración clasificará los impactos en función de criterios como magnitud, extensión, duración, reversibilidad, probabilidad y sinergia, entre otros, priorizando aquellos con mayor relevancia ambiental o social. Se incluirá el análisis de impactos acumulativos y sinérgicos, particularmente en relación con la existencia de otras infraestructuras eléctricas y con las presiones ambientales propias del ecosistema de páramo.

En el componente físico se evaluarán, entre otros, la modificación del paisaje de alta montaña, la generación de polvo y emisiones durante la obra, el incremento temporal y operativo de los niveles de ruido, la afectación a suelos frágiles por movimientos y compactación, así como alteraciones al drenaje y riesgos de erosión en laderas. En el componente biótico se analizarán el riesgo de colisión de aves y murciélagos, los cambios en patrones de vuelo, conectividad ecológica y disponibilidad de hábitat, además de la posible fragmentación y pérdida de vegetación altoandina con capacidad limitada de recuperación, entre otros.

El análisis social incorporará aspectos como la aceptación comunitaria del proyecto, la modificación de la percepción paisajística, posibles cambios en actividades económicas tradicionales como ganadería o turismo comunitario, los beneficios derivados de la generación de empleo y oportunidades locales durante las fases del proyecto, y los riesgos laborales asociados al trabajo en condiciones topográficas y bajo condiciones climáticas variables o extremas, entre otros.

<b>M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.</b>	
<b>M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística</b>	
<b>P01 Gestión de contratación</b>	
Versión: 3.0	Página:55 de 65



El resultado será una matriz estructurada que determinará la significancia de cada impacto, los receptores afectados y la fase del proyecto en que se presentan, constituyéndose en insumos claves para el diseño de los Planes de Manejo Ambiental.

#### c. Evaluación de impactos ambientales específicos.

El Consultor desarrollará una evaluación cualitativa y cuantitativa detallada de los impactos ambientales asociados a la implementación del parque eólico PIMO, considerando el comportamiento ecológico del área de páramo y sus características de fragilidad ambiental. La evaluación priorizará los efectos sobre avifauna y murciélagos, por ser los grupos más sensibles a la presencia de aerogeneradores en ecosistemas altoandinos. Para ello se emplearán metodologías reconocidas internacionalmente, tales como directrices IAIA (International Association for Impact Assessment) para análisis de riesgo aviar, estándares de BirdLife International, guías USFWS para evaluación de impacto en rapaces y lineamientos EUROBATS para fauna quiróptera. El análisis incluirá modelación de rutas de vuelo, alturas operativas de riesgo, estimación de probabilidad de colisión, análisis estacional de movimientos migratorios y cambios de comportamiento como evitación, desplazamiento o habituación. Se aplicarán modelos de estimación de mortalidad como Band, SNH u otros equivalentes y se identificarán áreas críticas de sobrevuelo del cóndor andino, corredores de planeo, zonas de reproducción, dormideros y áreas de alimentación.

En los componentes edáficos e hídricos se evaluará el riesgo de erosión derivado del movimiento de tierras y apertura de vías, la afectación potencial a humedales altoandinos como bofedales, ojos de agua y pantanos fríos, así como la alteración de drenaje, escorrentías locales y conectividad hidrológica de microcuencas. Para los aspectos de ruido y sombra se realizarán modelaciones operativas que permitan determinar los niveles de ruido en diferentes receptores, así como los efectos de shadow flicker sobre comunidades y fauna, evaluando distancias de seguridad y tolerancias establecidas por normativa nacional o estándares internacionales.

El análisis del componente paisajístico incluirá estudios de cuencas visuales (viewsheds), fotomontajes y simulaciones tridimensionales que permitan establecer la exposición visual del proyecto, la sensibilidad escénica del entorno y el grado de modificación del paisaje altoandino percibido desde comunidades, caminos y miradores naturales. Los resultados determinarán medidas de prevención, mitigación, compensación y monitoreo necesarias para asegurar la protección de los ecosistemas del páramo y la conservación de especies sensibles presentes en el área de influencia del proyecto.

#### d. Evaluación de riesgos ambientales, sociales y climáticos

El Consultor realizará una evaluación integral de riesgos asociados al desarrollo y operación del parque eólico PIMO, y su línea de trasmisión, considerando las condiciones ambientales y socio-territoriales del páramo. En el componente climático se analizarán los posibles efectos del cambio climático sobre los componentes ambientales y sociales en las áreas de influencia del proyecto incluyendo la evaluación de las condiciones de viento frente a eventos extremos, evaluar las condiciones de tormentas eléctricas y heladas, así como variaciones en los ciclos de precipitación, humedad y períodos prolongados de sequía. Estos factores serán modelados para identificar vulnerabilidades, escenarios críticos que permitan adoptar medidas de gestión frente al cambio climático.

En el componente geotécnico se evaluarán los riesgos de inestabilidad del terreno. Se incluirá el análisis de fallas por saturación, procesos de erosión, deslizamientos y pérdida de estabilidad de taludes en zonas de cimentación, plataformas, caminos de acceso, entre otros. La identificación de estas amenazas permitirá definir soluciones de ingeniería y estrategias de manejo preventivo durante la construcción y operación.

En el ámbito social se analizarán riesgos vinculados con el uso del territorio, la percepción comunitaria y la sostenibilidad social del proyecto. Se considerarán eventuales tensiones derivadas de la modificación del paisaje altoandino, el uso de espacios de pastoreo y los valores culturales asociados al territorio. Asimismo, se evaluarán riesgos laborales derivados de la ejecución de trabajos en altura y en condiciones de frío, baja presión, pendientes pronunciadas y topografía compleja, propios de los ecosistemas de páramo.

Toda la evaluación será sistematizada mediante una matriz de riesgos que clasificará cada amenaza en función de su probabilidad de ocurrencia, severidad de consecuencias, capacidad de respuesta y medidas de adaptación, mitigación o reforzamiento necesarias para asegurar la resiliencia ambiental y social.

<b>M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.</b>	
<b>M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística</b>	
<b>P01 Gestión de contratación</b>	
Versión: 3.0	Página:56 de 65



#### e. Desarrollo del Plan de Manejo Ambiental (PMA)

El Consultor desarrollará los Planes de Manejo Ambiental integral del proyecto eólico PIMO y su línea de transmisión, en estricta concordancia con la normativa ambiental ecuatoriana, los Estándares de Desempeño del IFC y demás buenas prácticas internacionales aplicables. El PMA se estructurará a partir de los impactos identificados en la evaluación ambiental y social, e incluirá tanto los planes expresamente requeridos en la normativa como aquellos adicionales que resulten necesarios para garantizar el cumplimiento ambiental y social del proyecto.

El PMA incorporará programas y medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración para reducir la magnitud y extensión de los efectos ambientales durante la construcción, operación, mantenimiento y cierre del proyecto. Se definirá un Plan de Monitoreo Ambiental permanente, orientado a vigilar las variables críticas identificadas y asegurar el cumplimiento de los límites y condiciones establecidos por la autoridad ambiental.

El manejo de suelos y cobertura vegetal incluirá acciones específicas para prevenir y controlar procesos de erosión, estabilizar áreas intervenidas y ejecutar la restauración de ecosistemas altoandinos, especialmente en sectores donde se retire vegetación nativa. Asimismo, se desarrollará un Plan de Restauración Ecológica que garantice la recuperación progresiva de hábitats afectados por las obras.

En cuanto a los componentes bióticos, se elaborará un Plan especializado para avifauna y murciélagos, contemplando mecanismos de reducción de riesgo de colisión, tales como restricciones estacionales asociadas a patrones migratorios o reproductivos, y detención temporal de turbinas al alcanzarse umbrales críticos de presencia de especies sensibles. Se podrán incluir sistemas de disuasión visual o sonora no lesiva y otros mecanismos que reduzcan el riesgo sin afectar la integridad de los ecosistemas.

El PMA establecerá indicadores de desempeño, metas verificables, costos asociados (justificados con proformas), responsables de ejecución, mecanismos de auditoría interna y externa, y cronogramas detallados para cada programa de manejo, asegurando su implementación, trazabilidad y efectividad en el tiempo. Se incluirá una matriz resumen al final, donde se detalle las medidas, actividades, frecuencia, responsable y medio de verificación de estas.

#### f. Proceso de participación ciudadana y licenciamiento ambiental.

El Consultor desarrollará el proceso de participación ciudadana y licenciamiento ambiental del proyecto eólico PIMO y su línea de transmisión en cumplimiento con la normativa ecuatoriana vigente, garantizando un proceso transparente, inclusivo y técnicamente sustentado. Este proceso deberá considerar que el desarrollo del proyecto requiere dos autorizaciones administrativas ambientales independientes: una correspondiente al parque eólico y su subestación elevadora de potencia, y otra para la línea de transmisión que conectará el proyecto Pimo con la Subestación La Paz. Cada una de estas autorizaciones deberá cumplir su propio procedimiento formal, entregables y sustentación técnica.

El proceso de participación ciudadana incluirá actividades como talleres informativos, jornadas de socialización comunitaria, entrevistas con actores clave y mecanismos formales para la recepción de observaciones, dudas, sugerencias y preocupaciones de las comunidades involucradas. El Consultor será responsable de registrar todas las intervenciones ciudadanas y desarrollar respuestas técnicas documentadas que reflejen la trazabilidad del proceso y la atención a cada aporte recibido. Se asegurarán mecanismos participativos accesibles y culturalmente adecuados, considerando la diversidad social y territorial del área de influencia.

En paralelo, el Consultor liderará el proceso de licenciamiento ambiental para cada una de las dos autorizaciones, lo cual incluirá la elaboración y presentación del Estudio de Impacto Ambiental (EIA), la atención de observaciones del ente regulador, la preparación de sustentaciones técnicas, y el seguimiento hasta la obtención del pronunciamiento ambiental favorable (que incluye pronunciamiento favorable del EIA y del proceso de participación ciudadana en el sistema SUIA). Esto comprende también el cumplimiento de requisitos como avisos públicos, certificaciones administrativas, actas de participación y demás instrumentos legalmente obligatorios para el trámite.

Finalmente, se implementarán mecanismos de control de calidad documental y técnico que aseguren el pleno cumplimiento de las exigencias regulatorias, minimicen riesgos legales o administrativos y faciliten una aprobación oportuna de cada uno de los procesos de licenciamiento ambiental requeridos para la ejecución del proyecto PIMO.

<b>M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.</b>	
<b>M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística</b>	
<b>P01 Gestión de contratación</b>	
Versión: 3.0	Página:57 de 65



La información técnica detallada, metodologías específicas, cronogramas referenciales y formatos de subplanes constan en el Anexo 2 – Estudios Ambientales, el cual forma parte integral de los presentes Términos de Referencia.

El producto de esta etapa deberá como mínimo incluir:

- Análisis de línea base ambiental.
- Evaluación de impactos ambientales.
- Plan de Manejo Ambiental (PMA).
- Proceso de participación ciudadana
- Documentos con pronunciamiento favorable del EsIA (incluye el proceso de participación ciudadana).

**Producto a entregar:**

Informe de Estudios ambientales, gestión socioambiental y licenciamiento de las dos autorizaciones administrativas ambientales.

**1.4.2.5 Análisis financiero del proyecto.**

**a) Actualización del modelo financiero con costos de construcción.**

El consultor actualizará el modelo financiero de prefactibilidad incorporando costos de inversión basados en cotizaciones firmes de proveedores o la valoración de precios aplicando una base de datos que el consultor recopile para diferentes proyectos para el caso de aerogeneradores y equipamiento eléctrico - mecánico para toda la infraestructura del proyecto, y precios unitarios para el caso de obras y servicios de construcción, transporte y montaje. Se refinarán estimaciones de costos de operación y mantenimiento y se actualizarán proyecciones de ingresos considerando venta de energía, precios de mercado actualizados, riesgos de construcción, operación, mantenimiento y mecanismos de incentivos vigentes.

**b) Análisis detallado de riesgos de construcción y operación.**

El consultor desarrollará un análisis cuantitativo y refinamiento detallado de riesgos, incorporando riesgos específicos de construcción como variabilidad de costos de equipos, disponibilidad de grúas especializadas, condiciones climáticas durante la construcción, riesgos de cronograma, riesgos asociados al cambio climático, entre otros. Se cuantificarán riesgos operativos de largo plazo incluyendo degradación de equipos, cambios tecnológicos, riesgos regulatorios, entre otros, empleando distribuciones de probabilidad refinadas basadas en experiencia sectorial y estudios especializados. Durante el desarrollo de esta actividad, el consultor deberá llevar a cabo el refinamiento de los riesgos identificados en la prefactibilidad y otros determinados en esta fase y sus parámetros mediante mesas de trabajo entre el consultor, el contratante y partes interesadas.

En esta etapa el Consultor deberá aplicar metodologías PMBOK/PMI para la gestión de proyectos y de análisis de riesgos con matrices de probabilidad-impacto.

Para esta etapa, se deberá adjuntar al informe las actas de validación participativa con la Contratante y actores clave para consensuar la definición final de cada riesgo, sus parámetros probabilísticos, correlaciones, criterios de mitigación y validación del ranking de riesgos. Estas actas deben documentar los acuerdos alcanzados y observaciones técnicas.

**c) Análisis de viabilidad financiero con modelo sombra**

En esta fase, el consultor deberá entregar un modelo financiero sombra completamente desarrollado, estructurado para incorporar de forma explícita la incertidumbre asociada a todos los riesgos establecidos para el proyecto. Este debe incluir las distribuciones de probabilidad apropiadas para cada riesgo y una matriz de correlación validada. También se debe incluir los KPIs financieros incluyendo curvas de densidad, tablas de percentiles (P5, P25, P50, P75, P95), mapas de calor de correlación de riesgos, gráficos de dispersión y análisis de sensibilidad mediante técnicas como análisis tornado o descomposición de varianza. Un componente esencial del producto es la estrategia de mitigación de riesgos. En el informe el consultor deberá proponer y justificar técnicamente medidas concretas para mitigar los riesgos en las fases de construcción y operación y los resultados esperados. El consultor no deberá vincular las medidas de mitigación de riesgos al análisis de sensibilidad ya que dicho efecto será analizado en estudios posteriores.

<b>M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.</b>	
<b>M31 Gestión de abastecimiento y administrar logística</b>	
<b>P01 Gestión de contratación</b>	
Versión: 3.0	Página: 58 de 65



**Producto a entregar:**

Informe de estudios financieros.

**1.4.2.6 Levantamiento de terrenos adyacentes.**

El Consultor desarrollará un presupuesto para posible adquisición de predios, expropiaciones y servidumbres.

El consultor debe establecer y documentar la zona de influencia que incluya:

- Terrenos colindantes directos con la infraestructura del proyecto (subestación, vías de acceso, línea de transmisión, entre otros).
- Terrenos afectados por las vías de acceso necesarias y por la línea de evacuación de energía.
- Una franja de seguridad (buffer) alrededor de la infraestructura crítica cuyo ancho debe ser técnicamente justificado por el consultor.

La información por recopilar será la siguiente:

- Coordenadas de los vértices de cada predio en el sistema WGS84, zona UTM 17.
- Elaboración o actualización de planos que muestren el trazado de la infraestructura del proyecto en relación con los límites prediales.
- Medición precisa de la superficie total del predio.
- Clasificación de uso de suelo actual (rural, urbano, agrícola, forestal, etc.) e índice de prioridad (para fines de planificación de la fase constructiva del proyecto)
- Descripción de construcciones, cercas, cultivos, servidumbres visibles y otras ocupaciones existentes.

**Producto a entregar:**

Informe de levantamiento de terrenos adyacentes.

**1.4.2.7 Integrar todos los estudios en el Informe final de factibilidad.**

El consultor deberá elaborar el informe técnico-económico-financiero que consolide todos los estudios realizados, justifique integralmente la viabilidad del proyecto. Este documento deberá presentarse en formato físico y digital, acompañado de planos de diseño civil, eléctrico, electromecánico y otros según los requerimientos de los términos de referencia, archivos de simulaciones, anexos, fichas técnicas por componente, etc.

Además, se deberá incluir un resumen ejecutivo que incluya los principales hallazgos y conclusiones de cada capítulo de la fase de factibilidad.

Adicionalmente, el consultor a la finalización de esta fase deberá llevar a cabo talleres para la transferencia de conocimiento y socialización en donde se presente los resultados a la entidad contratante y actores clave, en la que se realice la transferencia de conocimiento acerca del uso de los productos entregados con los softwares empleados. El alcance de esta transferencia de conocimiento será realizado en coordinación con la Administración del Contrato.

**Producto a entregar:**

Informe final de factibilidad.

**1.5 INFORMACIÓN QUE DISPONE LA ENTIDAD.**

La información que dispone la entidad en este caso CELEC EP:

- Datos de medición del recurso eólico obtenidos de dos torres meteorológicas (Can-Can, Pimo).
- Estudio preliminar de micro-siting y de potencial energético.

<b>M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.</b>	
<b>M31 Gestión de abastecimiento y administrar logística</b>	
<b>P01 Gestión de contratación</b>	
Versión: 3.0	Página: 59 de 65



- Resultados de estudios preliminares de consultoría de vías.
- Resultados del Estudio socio ambiental preliminar.
- Estudio de punto de interconexión del parque eólico El Pimo con el SNI.
- Estudios geológicos preliminares.
- Exploración de la sensibilidad de vertebrados voladores a la implementación del Proyecto Eólico Pimo.

Esta información será puesta a disposición del Consultor como insumo base. No obstante, esto no exime al Consultor de la responsabilidad de recabar, validar y complementar información relevante para el desarrollo del proyecto, incluyendo datos técnicos, territoriales, ambientales, sociales y regulatorios que puedan encontrarse en otras instituciones públicas, privadas, académicas, incluyendo información de fuentes abiertas y de pago.

## 1.6 PRODUCTOS O SERVICIOS ESPERADOS.

A continuación, se detallan los productos esperados para cada fase de la Consultoría.

### 1.6.1 Fase de prefactibilidad.

El consultor deberá entregar los productos, en un ejemplar impreso debidamente organizado y suscrito de la versión aprobada, y un ejemplar digital suscrito electrónicamente de cada uno de los productos y anexos correspondientes.

Según se requiera, el Consultor utilizará las herramientas computacionales Windsim y PowerFactory DigSilent para el análisis específico requerido en estos términos de referencia.

Una obligación de la consultora es entregar los archivos fuente sin restricciones de los archivos generados en software específicos para las disciplinas evaluación del recurso, estructural, geotécnica, hidráulica, equipamiento, subestación, línea de transmisión, estudios eléctricos, etc. que hayan sido utilizados y que permitan su edición; así también deberá entregar los formatos editables que hayan sido utilizados (Word, Excel, Ms Project, archivos para CAD, archivos para GIS, Windsim, PowerFactory DigSilent etc.) para la elaboración de los informes y planos, entre otros.

### 1.6.2 Fase de factibilidad.

El consultor deberá entregar los productos, en un ejemplar impreso debidamente organizado y suscrito de la versión aprobada, y un ejemplar digital suscrito electrónicamente de cada uno de los productos y anexos correspondientes.

Según se requiera, el Consultor utilizará las herramientas computacionales Windsim y PowerFactory DigSilent para el análisis específico requerido en estos términos de referencia. Una obligación de la consultora es entregar los archivos fuente sin restricciones de los archivos generados en software específicos para las disciplinas evaluación del recurso, estructural, geotécnica, hidráulica, equipamiento, subestación, línea de transmisión, estudios eléctricos, etc. que hayan sido utilizados y que permitan su edición; así también deberá entregar los formatos editables que hayan sido utilizados (Word, Excel, Ms Project, archivos para CAD, archivos para GIS, Windsim, PowerFactory DigSilent, etc.) para la elaboración de los informes y planos, entre otros.

## 1.7 PLAZO DE EJECUCIÓN

Plazo de Ejecución	360	Días calendario
La ejecución del contrato inicia en:		A partir del día siguiente de la notificación por escrito por parte del administrador del contrato respecto de la disponibilidad del anticipo en la cuenta bancaria proporcionada por el contratista.

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		
M31 Gestiónar abastecimiento y administrar logística		
P01 Gestión de contratación		
Versión: 3.0		Página:60 de 65
		 Corporación Eléctrica del Ecuador

La Vigencia de la Oferta será de 120 días calendario; adicional a ello los oferentes se comprometen en mantener vigente su oferta hasta la suscripción del contrato.

### 1.7.1 DETALLE DE PLAZOS PARCIALES

Tabla 1 Tabla de eventos de servicio

	Grupo de pago	Nº Evento de Servicio ES	Documento Técnico	Plazo de entrega A partir del día siguiente de la notificación por escrito por parte del administrador del contrato respecto de la disponibilidad del anticipo
<b>Fase 1</b> <b>Prefactibilidad</b>	I	ES1_PF	Planificación y coordinación inicial del proyecto	30
	II	ES2_PF	Cartografía y topografía.	60
		ES3_PF	Análisis y caracterización del recurso eólico	90
	III	ES4_PF	Estudios geológicos, geomorfológicos y geotécnicos.	90
		ES5_PF	Alternativas de vías de acceso, transportación de componentes y áreas de maniobra.	90
	IV	ES6_PF	Formulación de múltiples alternativas de configuración del parque eólico	120
	V	ES7_PF	Ánalisis de viabilidad financiera con modelo sombra	120
		ES8_PF	Evaluación multicriterio y selección de alternativa óptima	120
	VI	ES9_PF	Informe final de la etapa de prefactibilidad.	150
<b>Fase 2</b> <b>Factibilidad</b>	VII	ES1_F	Estudios geológicos, geomorfológicos, geotécnicos y sismológicos	270
	VIII	ES2_F	Ingeniería y diseños	300
	IX	ES3_F	Validación técnica y optimización final del diseño	300
	X	ES4_F	Estudios ambientales, gestión socioambiental y licenciamiento.	330
		ES5_F	Análisis financiero del proyecto	330
		ES6_F	Levantamiento de terrenos adyacentes	330
	XI	ES7_F	Informe final de factibilidad	360
<b>Fase 3 EIA aprobado</b>	XII	ES_AM	Pronunciamiento favorable del EIA por parte de la autoridad ambiental competente (incluye pronunciamiento de participación ciudadana y gestión social).	<b>Ver nota 3</b>

<b>M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.</b>	
<b>M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística</b>	
<b>P01 Gestión de contratación</b>	
Versión: 3.0	Página:61 de 65



**Nota:**

- 1) Se precisa el hecho de que CELEC EP haya aprobado parcial o totalmente una planilla no libera al consultor de su obligación de atender y solventar, de ser el caso, una o unas observaciones posteriores de CELEC EP sobre el producto o estudio y sus documentos de soporte.
- 2) Se precisa el hecho de que CELEC EP haya aprobado parcial o totalmente un evento de servicio no libera al consultor de su obligación de atender y solventar, de ser el caso, una o unas observaciones posteriores de CELEC EP sobre el evento de servicio que corresponda y otros Eventos de Servicio relacionados.
- 3) Es obligación del consultor entregar el informe Técnico de los Estudios Ambientales, Gestión Social Ambiental y Licenciamiento y la constancia de ingreso del trámite administrativo ante la autoridad ambiental competente dentro del plazo contractual. El tiempo que el ente correspondiente se tome en la revisión y pronunciamiento favorable de estos estudios, o de ser el caso que existan observaciones, las mismas serán solventadas por el Consultor en los plazos establecidos por la autoridad ambiental y no serán considerados para el cómputo del plazo contractual.
- 4) Los plazos de entrega son referenciales y serán definidos con el Acta de Negociación a suscribirse entre CELEC EP y El Consultor. En caso de no acordar el plazo de uno o más Eventos de Servicio, será potestad de CELEC EP el definir este plazo.
- 5) Los porcentajes de pago para cada grupo deberán ser cumplidos por parte del Consultor en su oferta económica y serán definidos con el Acta de Negociación a suscribirse entre CELEC EP y El Consultor. En caso de no acordar el porcentaje de pago de uno o más grupos de pago, será potestad de CELEC EP el definir este porcentaje.

**FASE 1: ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD.**

**CIENTO CINCUENTA (150)** días calendario contados a partir del día siguiente de la notificación por escrito por parte del administrador del contrato respecto de la disponibilidad del anticipo en la cuenta bancaria proporcionada por el contratista.

De la fase 1 se suscribirá el acta de entrega recepción parcial.

**FASE 2: ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD.**

**DOSCIENTOS DIEZ (210)** días calendario.

**PLAZO TOTAL: FASE 1 + FASE 2: (360) días calendario**

**1.8 FORMA Y CONDICIONES DE PAGO**

La forma y condiciones de pago se detallan a continuación:

<b>Anticipo</b>	30% del monto total del contrato
<b>Forma de pago</b>	<p><b>Anticipo.</b> - El treinta (30%) del valor total del contrato será entregado en calidad de anticipo, previa la entrega de la garantía por anticipo a satisfacción de CELEC EP, por el ciento por ciento (100%) del valor del mismo.</p> <p>Este valor será depositado en una cuenta que el Consultor aperture en un banco estatal o privado, en el que el Estado Ecuatoriano tenga participación accionaria o de capital superior al cincuenta por ciento, el Consultor, en forma previa a la suscripción del contrato, presentará, un certificado de la institución bancaria en la que tiene a su disposición, una cuenta en la cual serán depositados los valores correspondientes al anticipo.</p> <p>El anticipo que CELEC EP entregue al Consultor para la ejecución del contrato, no puede ser destinado a fines ajenos a esta contratación, para lo cual, el Consultor, autoriza se levante el sigilo bancario sobre la cuenta bancaria en la que se deposite dicho anticipo.</p> <p><b>Pago.</b> -</p>

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.	
<b>M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística</b>	
<b>P01 Gestión de contratación</b>	
Versión: 3.0	Página:62 de 65



	<p>El pago del 100% del valor del contrato se cancelará de la siguiente manera:</p> <p><b>Pagos por Grupos de Pago</b> (en correspondencia con la entrega de los Eventos de Servicio)</p> <p><b>Grupos I al XII</b></p> <p>El pago es por cada uno de los grupos que contemplan los Eventos de Servicio (ES) conforme lo detallado en la <b>¡Error!</b> <b>No se encuentra el origen de la referencia.</b> del numeral 1.7.1 del presente documento. No se aceptarán entregas parciales e incompletas.</p> <p>Los pagos de cada uno de los grupos se los llevará a cabo con la correspondiente aprobación de la Administración del Contrato, previo la presentación del informe del Administrador del Contrato y la factura correspondiente.</p> <p><b>Pago por Precios Unitarios</b></p> <p>El consultor presentará en los primeros cinco días laborables de cada mes, siempre que corresponda, la planilla de los conceptos que se reconocen como precios unitarios, de aquellos servicios que, constando en la tabla de precios unitarios, hayan sido efectivamente realizados a la fecha de planillaje, junto con los soportes que justifiquen las cantidades realizadas.</p> <p>Los pagos se ejecutarán con la aprobación de la Administración del Contrato, previo la presentación del informe del Administrador del Contrato y la factura correspondiente.</p> <p>Para cada uno de los pagos se los ejecutará descontando el valor amortizado del anticipo, contra entrega total de los servicios objeto del contrato, una vez que ya no existan observaciones, previa conformidad y aprobación del Administrador del Contrato de los informes o productos. Los Eventos de Servicio (ES) deben ser entregados en los plazos establecidos en el punto 1.7.1 de este documento.</p> <p>El valor del anticipo se amortizará de manera proporcional.</p>
<b>Condiciones de pago</b>	<p><b>Pagos por Grupos de Pago</b> (en correspondencia con la entrega de los Eventos de Servicio)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Aprobación mediante informe debidamente suscrito por el administrador de contrato de los Eventos de Servicio a entera satisfacción de CELEC EP.</li> <li>➤ El Administrador del contrato emitirá su primer informe de revisión y las observaciones que fueran necesarias en un plazo máximo de 10 días de la entrega de los ES.</li> <li>➤ El Consultor tendrá un plazo máximo de 10 días, para corregir las observaciones emitidas por parte del Administrador.</li> <li>➤ El Administrador de contrato emitirá su informe de aprobación de los ES, una vez corregidas las observaciones realizadas por el Consultor.</li> </ul>

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.	
M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística	
P01 Gestión de contratación	
Versión: 3.0	Página:63 de 65



	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Para el pago la documentación habilitante corresponde a los ES aprobados por la Administración del Contrato, el informe de Administrador de Contrato y la factura correspondiente.</li> </ul> <p><b>Pagos por Precios Unitarios:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Aprobación mediante informe debidamente suscrito por el administrador de contrato de las planillas de Precios Unitarios a entera satisfacción de CELEC EP.</li> <li>➤ El Administrador del contrato emitirá su primer informe de revisión y las observaciones que fueran necesarias en un plazo máximo de 10 días de la entrega la planilla de Precios Unitarios.</li> <li>➤ El Consultor tendrá un plazo máximo de 10 días, para corregir las observaciones emitidas por parte del Administrador.</li> <li>➤ El Administrador de contrato emitirá su informe de aprobación la planilla correspondiente, una vez corregidas las observaciones realizadas por el Consultor.</li> </ul> <p>Para el pago la documentación habilitante corresponde a las planillas de Precios Unitarios aprobadas por la Administración del Contrato, el informe de Administrador de Contrato y la factura correspondiente.</p> <p><b>Nota: para los pagos de cada grupo de pago (asociados a los ES) y las planillas de precios unitarios se amortizará el valor correspondiente al anticipo.</b></p>
<b>Condiciones adicionales al precio de la oferta</b>	El precio de la oferta deberá cubrir todas las actividades y costos necesarios para que el consultor presente todos los productos establecidos como objeto de la contratación y en fiel cumplimiento con los requerimientos de investigaciones, personal técnico especializado y documentación entregable, siendo de vital importancia se cumpla en el plazo determinado.

## 1.9 PERSONAL TÉCNICO / EQUIPO DE TRABAJO / RECURSOS

La contratista deberá disponer del personal necesario para la prestación del servicio, así como los equipos, herramientas, insumos y de manera general todos los recursos necesarios a fin de cumplir con las obligaciones derivadas del contrato y términos de referencia.

## 2. DETALLE DEL OBJETO DE LA CONTRATACIÓN.

<b>OBJETO DE LA CONTRATACIÓN</b> <b>“ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD Y FACTIBILIDAD PARA EL PROYECTO EÓLICO EL PIMO”</b>				
<b>CPC DE LA CONTRATACIÓN:</b>		811110023 – SERVICIOS DE INVESTIGACION Y DESARROLLO DE ENERGIA EOLICA		
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE CADA ITEM QUE CONTEMPLA LA CONTRATACIÓN</b>		<b>CANT.</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>
1	SUR ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD Y FACTIBILIDAD PARA EL PROYECTO EÓLICO EL PIMO		1	unidad

M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.		 <b>CELEC EP</b> Corporación Eléctrica del Ecuador	
M31 Gestión de abastecimiento y administrar logística			
P01 Gestión de contratación			
Versión: 3.0	Página:64 de 65		

### 3. LOCALIDAD DONDE SE EJECUTARÁ LA CONTRATACIÓN

**Provincia:** Azuay

**Cantón:** Cuenca

**Dirección:** Comunidades Pimo y Can Can

A fines del proceso de contratación, considerar:

**Provincia:** Azuay

**Cantón:** Cuenca

**Dirección:** Oficinas CELEC SUR. Panamericana Norte km 7 1/2

### 4. PERSONAL TÉCNICO MÍNIMO CLAVE

Para la ejecución de la contratación es necesario contar con el siguiente personal:

#	FUNCIÓN	NIVEL DE ESTUDIO	TITULACIÓN ACADÉMICA	CANTIDAD
1	Director del Proyecto	Cuarto Nivel	Ingeniero Eléctrico o Mecánico o Eléctrico-mecánico con maestría relacionada a energía o proyectos.	1
2	Especialista en Diseño Eléctrico	Cuarto Nivel	Ingeniero Eléctrico con maestría relacionada a energía eléctrica o energía.	1
3	Especialista en análisis de recurso eólico y diseño de parques eólicos	Cuarto Nivel	Meteorólogo o Ingeniero Eléctrico o Ingeniero Energético o Físico o afín con maestría relacionada a energía.	1
4	Especialista estructural	Cuarto Nivel	Ingeniero Civil con maestría en Estructuras o afines.	1
5	Especialista geológico	Cuarto Nivel	Ingeniero Geólogo con maestría / especialidad en geología, ciencias de la tierra o afines.	1
6	Especialista geotécnico	Cuarto Nivel	Ingeniero Civil con maestría en geotecnia o afines.	1
7	Especialista en Líneas de Transmisión	Tercer Nivel	Ingeniero Eléctrico	1
8	Especialista en diseño de vías	Cuarto Nivel	Ingeniero Civil con maestría en vialidad o afines / Ingeniero en Vías	1
9	Especialista Ambiental	Cuarto Nivel	Ingeniero Ambiental con maestría afín al área.	1
10	Especialista en Evaluación Económica - Financiera	Tercer nivel con título	Economista o Ingeniero Financiero o Ingeniero Comercial.	1

<b>M31.P01-F04 Términos de referencia para concurso público de consultoría.</b>	
<b>M31 Gestionar abastecimiento y administrar logística</b>	
<b>P01 Gestión de contratación</b>	
Versión: 3.0	Página:65 de 65



## 5. ANEXOS

Nro.	DESCRIPCIÓN DEL ARCHIVO / ANEXO
1	TABLA DE CANTIDADES DE INVESTIGACIÓN DE CAMPO Y ENSAYOS DE LABORATORIO
2	ESTUDIOS AMBIENTALES
4	ESTUDIO DE INTERCONEXIÓN DEL PROYECTO DE GENERACIÓN EL PIMO