

APOYO EN LA ELABORACION DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
DEL COMPONENTE ABIÓTICO DEL PROYECTO CONSTRUCCION
LINEA DE TRANSMISION DE ENERGIA ELECTRICA ENTRE
LAS SUBESTACIONES CALIMA-BAHÍA A 115 KW,
CONSULTORES REGIONALES ASOCIADOS CRA S.A.S



Diego Fernando Villalba Puentes

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL
POPAYÁN - CAUCA
2014

APOYO EN LA ELABORACION DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
DEL COMPONENTE ABIÓTICO DEL PROYECTO CONSTRUCCION
LINEA DE TRANSMISION DE ENERGIA ELECTRICA ENTRE
LAS SUBESTACIONES CALIMA-BAHÍA A 115 kW,
CONSULTORES REGIONALES ASOCIADOS CRA S.A.S



Propuesta de trabajo de grado en la modalidad práctica profesional empresarial
para optar al título de Ingeniero Ambiental

Diego Fernando Villalba Puentes

Director.

Ing. Luis Jorge González Muñoz

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL
POPAYÁN - CAUCA
2014

Nota de aceptación

Firma del director

Firma del jurado

Firma del jurado

Popayán, 18 de Noviembre de 2014

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a todas las personas que me han acompañado y me han prestado apoyo incondicional lo largo de mi carrera.

A mi Abuelo Rubén Villalba Velásquez, quien fue un cimiento fuerte en mi vida y del cual recibí su sabiduría y sus conocimientos ancestrales.

A mi madre Carmen Tulia Puentes y mi padre Álvaro Villalba, quienes han sido un cimiento fuerte a lo largo de mi vida personal y ahora profesional, de los cuales he recibido muchas bendiciones, consejos y sabiduría.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer por el apoyo, la paciencia y la incondicionalidad prestada a:

A Dios, por permitirme lograr esta meta.

A mis padres Carmen Tulia Puentes y Álvaro Villalba Q., fieles amigos y consejeros. Gracias por su dedicación, por el apoyo que me han brindado, por su amor de toda la vida. Por su comprensión y ayuda en los malos momentos. Me han enseñado a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi perseverancia y mi empeño, y todo ello con un inmenso amor, sin pedir nunca nada a cambio. Son ustedes el mejor regalo que Dios me ha dado.

A mis hermanos, por su acompañamiento a través de este proceso y por estar siempre presentes.

A Liliana Patricia Bahamo, por su apoyo a través de este proceso y por estar siempre presentes.

A mis amigos y compañeros de carrera, que de manera directa o indirecta fueron pieza clave para la culminación de este trabajo.

A mi director de trabajo el Ingeniero Luis Jorge González: Docente facultad Ingeniería Civil, por brindarme sus aportes, acompañamiento y conocimientos.

A la empresa Consultores Regionales Asociados CRA. GENIVAR S.A.S por su colaboración, apoyo logístico permanente y acompañamiento.

A grupo de trabajo de la empresa, Federico Mosquera coordinador componente fauna, Alfredo Valdés Berón coordinador del estudio, Álvaro Lobo coordinador componente flora, Manuel Guayara biólogo, Ana María Maya bióloga, Natalia Largo bióloga, Nancy Valderrama coordinadora componente social, Alejandro Páez director del proyecto y la parte administrativa. Quienes me brindaron todo el apoyo necesario e hicieron muy grata mi estadía en la empresa.

A las residencias universitarias masculinas 4 de Marzo y las personas que la habitan, que de manera directa o indirecta fueron pieza clave para la culminación de este trabajo.

A mis docentes de carrera y jurados.

Gracias a todos.

Este es el comienzo de un camino lleno de virtudes y bendiciones.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN.....	14
1 OBJETIVOS	15
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	15
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
2 MARCO DE REFERENCIA.....	16
3 METODOLOGÍA	19
3.1 CARACTERIZACIÓN COMPONENTE ABIÓTICO	19
3.1.1 Áreas de influencia Directa (AID) e Indirecta (All).....	19
3.1.2 Geología y Geomorfología.....	20
3.1.3 Usos del Suelo	20
3.1.4 Aspectos Climáticos	20
3.1.5 Hidrología	20
3.1.5.1 Análisis Físico-Químico de Agua.....	21
3.1.5.2 Determinación de la calidad de las fuentes superficiales.....	21
3.1.6. Componente Atmosférico.....	22
3.2 EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....	22
4 RESULTADOS Y ANÁLISIS	25
4.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	25
4.1.1. Generalidades	25
4.1.2. Detalles Físicos de la Línea de Alta Tensión Calima-Bahía	25
4.1.3. Descripción de Actividades por Etapa del Proyecto.....	25
4.1.4. Localización Detallada del Proyecto.....	26
4.3. AREA DE INFLUENCIA.....	28
4.1.1 Áreas de Influencia Directa (AID).....	28
4.1.2 Áreas de Influencia Indirecta (All).....	28
4.4. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA	29
4.4.1. Principales Bloques Geomorfoestructurales del Área de Influencia.....	29
4.4.2. Modelados de paisajes Geomorfológicos y procesos Morfodinámicos.....	32

4.5.	USO DEL SUELO.....	37
4.6.	ASPECTO CLIMÁTICO	39
4.6.1.	Temperatura Promedio Mensual y Anual.....	39
4.6.2.	Vientos	41
4.6.3.	Precipitación.....	41
4.6.4.	Humedad Relativa	46
4.6.5.	Brillo Solar	46
4.6.6.	Zonificación Climática.....	47
4.7.	HIDROLOGÍA.....	47
4.7.1.	Identificación de la Red Hídrica del Área de Influencia	47
4.7.2.	Usos Aguas Arriba y Abajo del Proyecto	54
4.7.3.	Oferta de Agua	58
4.7.4.	Balance Precipitación – Demanda de Agua por Uso del Suelo.....	60
4.7.5.	Balance Oferta Superficial – Demanda de Agua Total.....	62
4.7.6.	Índice de Escasez	63
4.7.7.	Determinación de la Calidad de las Fuentes Superficiales Cercanas al Proyecto.	64
4.8.	COMPONENTE ATMOSFÉRICO	67
5	EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....	68
5.1	IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS.	68
5.2	SIN PROYECTO.....	68
5.2.1	Evaluación de los Impactos Ambientales Sin Proyecto.....	68
5.2.2	Descripción por elemento.	72
5.2.2.1	Elemento Geoesférico	72
5.2.2.2	Elemento Clima.	72
5.2.2.3	Elemento Atmosférico.....	72
5.2.2.4	Elemento Hídrico	72
5.3	CON PROYECTO.....	73
5.3.1	Etapas de Diseño y Pre-construcción.....	73
5.3.2	Etapas de Construcción.	73
5.3.2.1	Evaluación de los Impactos Ambientales Sin Proyecto.....	73
5.3.2.2	Descripción por elemento.	76

5.3.2.2.1	Elemento Geoesférico.	76
5.3.2.2.2	Elemento Clima.	76
5.3.2.2.3	Elemento Atmosférico.	76
5.3.2.2.4	Elemento Hídrico.	76
5.3.3	Etapa de Operación.	77
6	MEDIDAS Y ACCIONES AMBIENTALES PROPUESTAS.	78
	CONCLUSIONES.	80
	RECOMENDACIONES.	81
	BIBLIOGRAFÍA.	82
	ANEXOS.	84

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 4.1 Localización del proyecto Construcción línea de transmisión de energía eléctrica entre las subestaciones Calima - Bahía a 115 kW.	27
Figura 4.2 Ancho de la zona de servidumbre.	28
Figura 4.3 Características del modelado ondulado de las formaciones volcánicas (Kv) que afloran en inmediaciones del embalse de Calima.	30
Figura 4.4 Margen izquierda de la Quebrada La Chapa a la altura de Loboguerrero, se observa el afloramiento de las litologías de origen volcánico.	30
Figura 4.5 Sector del corredor donde se observa el sistema colinar en el cual afloran materiales del terciario.	31
Figura 4.6 Relieve de morfología colinar del corredor del trazado de la línea eléctrica a la altura del cruce con la vía a Málaga.	32
Figura 4.7 Panorámica que ilustra la morfología del terreno del corredor por donde transcurre el trazado de la línea antes de llegar al sitio de Puerta negra.	33
Figura 4.8 Paisaje con características de relieve ondulado por donde transcurre el trazado de la línea eléctrica en el sector de Puerta negra y que origina formaciones volcánicas..	33
Figura 4.9 Panorámica que ilustra las características del relieve montañoso por donde transcurre el trazado de la línea a la altura de Zabaletas entre el delta 7 y los predios de Cartón de Colombia al fondo.	34
Figura 4.10 Panorámica que ilustra el paisaje con características montañosas entre el Delta 7 y 8, arriba de Loboguerrero antes de cruzar la quebrada La Chapa.	34
Figura 4.11 Características de las laderas por la margen izquierda de la cuenca de la quebrada La Reina.	35
Figura 4.12 Panorámica del paisaje montañoso entre las microcuencas de las quebradas La Reina y La Guinea, vista desde el sector del Carmelo.	35
Figura 4.13 Panorámica que ilustra las características del relieve ondulado colinar derivado de formaciones terciarias y por donde transcurre el trazado de la línea eléctrica.	36
Figura 4.14 Panorámica que ilustra el relieve semiplano entre el sitio donde se ubicará la S/E Bahía y la intercesión con la línea Buenaventura-Málaga a la altura de la torre 12. ..	37
Figura 4.15. Sectores divisorios de la zona por donde transcurre el proyecto eléctrico.	37
Figura 4.16 Uso del suelo en la zona productora del rio Dagua.	38
Figura 4.17 Uso del suelo en la zona consumidora del rio Dagua.	39
Figura 4.18 Valores de temperatura Estación Aeropuerto.	40
Figura 4.19 Valores de temperatura Estación Bajo Calima.	40
Figura 4.20 Registros promedio de la velocidad del viento en la estación Buenaventura.	41
Figura 4.21 Precipitación media mensual del área de Buenaventura.	43
Figura 4.22 Precipitación media mensual Registrada en la estación Cisneros.	43
Figura 4.23 Precipitación media mensual Registrada en la estación Loboguerrero.	43

Figura 4.24 Número de días promedio de lluvia registrada en las diferentes estaciones pluviométricas.....	46
Figura 4.25 Valores de Humedad Relativa en el área de Buenaventura y Calima.	46
Figura 4.26 Valores de Brillo Solar en el área de Buenaventura	47
Figura 4.27 Ubicación de las subcuencas dentro de la cuenca del río Dagua.....	48
Figura 4.28 Ubicación de las zonas consumidora y productora de acuerdo a los estudios de Oferta y Demanda del agua de la cuenca del río Dagua, se muestran en un círculo las subcuencas muestreadas.	50
Figura 4.29 Quebrada Limones Territorio de Cisneros.....	51
Figura 4.30 Quebrada La Víbora Territorio de la Delfina.	51
Figura 4.31 Quebrada Jiménez (a) pasó por un Box Culvert y (b) después del Box Culvert, Territorio de Córdoba.....	52
Figura 4.32 Quebrada El Venado Territorio de Córdoba.	52
Figura 4.33 Quebrada La Brea en el territorio la Esperanza.	53
Figura 4.34 Quebrada Bosconia territorio la Esperanza.....	53
Figura 4.35 Quebrada La Breíta Territorio del Bajo Calima.....	54
Figura 4.36 Demanda de agua promedio de las actividades agrícolas desarrolladas sobre cuenca del río Dagua.....	55
Figura 4.37 Demanda de agua por uso agrícola en la zona Productora y consumidora de la cuenca del río Dagua.....	55
Figura 4.38 Demanda de agua promedio de las actividades domésticas desarrolladas sobre la cuenca del río Dagua	56
Figura 4.39 Demanda de agua promedio de las actividades Industriales desarrolladas sobre cuenca del río Dagua.....	57
Figura 4.40 Demanda de agua por uso Industrial en la zona Productora y consumidora en la cuenca del río Dagua	57
Figura 4.41 Demanda de agua ambiental promedio desarrolladas sobre cuenca del río Dagua.....	58
Figura 4.42 Oferta de agua promedio por precipitación sobre cuenca del río Dagua en la zona consumidora y productora.	59
Figura 4.43 Oferta de agua promedio por escorrentía sobre cuenca del río Dagua.	59
Figura 4.44 Balance entre la oferta y la demanda de agua por uso del suelo en la zona productora y consumidora sobre la cuenca del río Dagua.....	61
Figura 4.45 Balance de agua promedio por precipitación y uso del suelo. (a) Zona consumidora y (b) zona productora.....	62
Figura 4.46 Balance oferta de agua superficial-demanda total de la cuenca del río Dagua.	63
Figura 4.47 Índice de escasez calculado para la cuenca del río Dagua.	64

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Criterios para la valoración de impactos ambientales del Proyecto Construcción de la línea Calima – Bahía a 115 kw.	23
Tabla 2. Priorización de impactos ambientales.	24
Tabla 3. Resumen de las actividades en cada una de las etapas del proyecto de interconexión de energía.	26
Tabla 4. Uso actual del suelo en la AID de la línea de 115 kW	39
Tabla 5. Valores medios mensuales de pluviosidad en las diferentes estaciones pluviográficas en el área de influencia del proyecto. Año 2013	42
Tabla 6. Reporte de lluvias máximas (en mm) en las diferentes estaciones.	44
Tabla 7. Zonificación climática del corredor.	47
Tabla 8. Resumen de los parámetros Físico-químicos de las fuentes hídricas.	66
Tabla 9. Calculo de los subíndices y el ICA –NSF	67
Tabla 10. Posibles impactos a calificar generados para el componente abiótico	68
Tabla 11. Matriz de Identificación y asociación de actividades impactantes en el área de influencia del proyecto.	69
Tabla 12. Matriz de valoración cuantitativa de las Actividades con los Impactos Ambientales identificados.....	69
Tabla 13. Valores Promedios de la valoración cuantitativa de las Actividades con los Impactos Ambientales identificados.	71
Tabla 14. Matriz de Identificación y asociación de actividades impactantes en el área de influencia del proyecto.	74
Tabla 15. Matriz de valoración cuantitativa de Actividades etapa de Construcción con los Impactos Ambientales identificados	74

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Mapa de geología de la zona de estudio	85
Anexo B. Mapa con la geomorfología del área de estudio.	86
Anexo C. Fotografías aéreas utilizadas en el estudio.....	87
Anexo D. Red hídrica del área de estudio.....	99
Anexo E. Mapa uso del suelo	100
Anexo F. Detalles físicos de la línea de alta tensión Calima- Bahía.....	101

INFORMACIÓN GENERAL

Título

APOYO EN LA ELABORACION DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL COMPONENTE ABIÓTICO DEL PROYECTO CONSTRUCCION LINEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGIA ELECTRICA ENTRE LAS SUBESTACIONES CALIMABAHÍA A 115 kW.

Pasante:

Diego Fernando Villalba Puentes

Entidad Receptora

Consultores Regionales Asociados CRA - GENIVAR, Regional Sur Popayán

Director por parte de la Universidad del Cauca

Ingeniero Luis Jorge González
Docente del departamento de Ingeniería Civil
Universidad del Cauca

Supervisor por parte de la entidad receptora

Ingeniero Alfredo Valdés Berón
Coordinador del Estudio de Impacto Ambiental

Lugar de la Pasantía:

Consultores Regionales Asociados CRA – GENIVAR, con sede en la ciudad de Popayán Cauca

Duración del proyecto:

16 semanas

INTRODUCCIÓN

El uso de la energía eléctrica es necesario para el desarrollo industrial, comercial y social de todo país, por tanto este servicio y la calidad de la energía requerida son necesarios para lograr un mejor desarrollo y productividad (Lacayo, E, 2009).

Por esto se plantea el proyecto construcción línea de transmisión de energía eléctrica entre las subestaciones Calima - Bahía a 115 kW y su estudio de impacto ambiental –EIA-, como uno de los requerimientos para determinar cuál es la magnitud de la afectación que va a tener en el proyecto y obtener así la licencia ambiental expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

El proyecto comprende la zona del Departamento del Valle del Cauca que se encuentra conformada por los municipios de Calima Darién, Restrepo, Dagua y Buenaventura. Dicho proyecto se enmarca dentro del sector Eléctrico, en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas-RETIE - expedido por el Ministerio de Minas y Energía (Resolución 18 1294, 2008) y, desde lo ambiental, por la Ley 99 de 1993 y lo estipulado en el Decreto Reglamentario 2820 del 5 de agosto del 2010, Título II, Artículo 9, Numeral 4, literal b) “*El tendido de líneas del sistema de transmisión conformado por el conjunto de líneas con sus equipos asociados, que operan a tensiones menores de 220 kW y que no pertenecen a un sistema de distribución local*” (Decreto 2820, 2010), y la tipología de estos proyectos está clasificada como de bajo impacto.

Según la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales ANLA, el Estudio de Impacto Ambiental es el instrumento básico para la toma de decisiones sobre los proyectos, obras o actividades que requieren licencia ambiental y se exigirá en todos los casos en que se requiera licencia ambiental de acuerdo con la ley y este reglamento. Este estudio deberá ser elaborado de conformidad con la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales de que trata el artículo 14 del Decreto 2820 y los términos de referencia expedidos para el efecto. (Decreto 2820, 2010)

“Este estudio deberá comprender todo lo concerniente al medio biótico, abiótico, económico, social y cultural del área de influencia del proyecto”.

En el proceso de pasantía se caracterizó el componente abiótico y se determinó con base en los términos de referencia expedidos por la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca –CVC- y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible MADS, las afectaciones con y sin la ejecución del proyecto, se identificó y valoro cualitativa y cuantitativamente los impactos asociados a las 3 etapas; diseño o pre-construcción, construcción y operación. Con base en estos, se definieron y recomendaron medidas de manejo para la prevención, mitigación, corrección y compensación de los daños que se presenten en el mismo con el objeto de garantizar las condiciones iniciales del medio.

1 OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Apoyar la elaboración del estudio de impacto ambiental del proyecto y determinar los posibles impactos ambientales que se generen en la zona de ejecución del proyecto Construcción de la línea de transmisión a 115 kW Calima- Bahía, en el componente abiótico.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar el componente abiótico de la línea eléctrica Calima-Bahía.
- Identificar, jerarquizar, dimensionar y evaluar, con base en las metodologías de Evaluación de Impacto Ambiental, los impactos generados en las etapas de Diseño o Pre-Construcción, Construcción y Operación del proyecto.
- Recomendar acciones y medidas necesarias encaminadas a prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos generados con la ejecución del proyecto.

2 MARCO DE REFERENCIA.

Muchas de las actividades humanas, pero en especial aquellas de producción o prestación de bienes y servicios, suministro de materias primas y desarrollo de infraestructuras, interactúan de alguna manera con el entorno donde se emplazan, tanto en su construcción como en su operación (Arboleda, J., 2008).

En el caso de los Sistemas de Transporte y Distribución de Energía Eléctrica tienen como objetivo transmitir esa energía en grandes cantidades y eficientemente, desde las plantas de generación hasta los lugares de consumo (Gallipoliti, V., 2012).

Para ello se requiere la utilización y consumo de recursos naturales los cuales pueden presentar cambios en las condiciones ambientales iniciales. Por ende se debe conocer el estado actual de los recursos para poder determinar y evaluar los impactos que se generen a causa del proyecto.

En cuanto a las líneas de transmisión eléctrica son instalaciones lineales que pueden afectar a los recursos naturales y socioculturales (Gallipoliti, V., 2012).

Sin embargo, se dice que hay impacto ambiental cuando una acción o actividad produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio o en alguno de los componentes del medio (Gallipoliti, V., 2012).

Los impactos ambientales negativos de las Líneas de alta tensión (LAT) pueden producirse en las fases de construcción, operación y mantenimiento de las mismas.

El EIA de las LAT debe considerar:

- La propia línea, que se compone de los apoyos y los conductores.
- Las bandas de seguridad
- Las subestaciones
- Los caminos de acceso o mantenimiento.

En general, mientras más larga sea la línea, mayores serán los impactos ambientales sobre los recursos naturales, sociales y culturales (Cabañes, J., 2009).

DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.

CONSULTORES REGIONALES ASOCIADOS (CRA S.A.S.)

Es una empresa prestadora de Servicios de Consultoría y Gerencia de Proyectos con ética, eficiencia y calidad, en para satisfacer las necesidades de sus clientes, generar valor y estabilidad a la empresa, accionistas, funcionarios y aliados; todas sus actividades se encuentran enmarcadas dentro de los principios de Responsabilidad Social y comprometidas con el desarrollo sostenible.

Consultores Regionales Asociados – CRA, inició operaciones a principios de 1976; su constitución se legalizó mediante Escritura Pública No. 2710 del 31 de Diciembre de 1976, de la Notaría 20 de Bogotá y su oficina principal esta ubicada en la ciudad de Bogota. Está inscrita en la Cámara de Comercio de Bogotá bajo el Registro Mercantil No. 89735, el Registro Único de Proponentes No 000439. La sociedad se transformó de Limitada en Sociedad Anónima el 30 de junio del 2006 por escritura pública No 1697 de la Notaría 25 de Bogotá CRA tiene como misión fundamental la prestación de los servicios de Estudios, Asesorías, Diseños e Interventoría de Proyectos Energeticos y Viales (Supervisión de Obra), con un alto grado de calidad técnica y de compenetración con sus clientes, respaldada por 34 años de experiencia y por las ejecutorias de sus Directivos, Ingenieros Asociados y Profesionales a su servicio.

La mayor participación de la empresa se ha concentrado en el área de infraestructura, en los sectores: energía e hidrocarburos, gas, vial, telecomunicaciones, sanitario, ambiental y evaluación social. La facturación en los últimos años se ha aumentado entre \$12.000 y \$15.000 millones, para un promedio de \$12.730 millones, lo cual representa un incremento sostenido frente a periodos anteriores. Para los años 2010 y 2011 se espera superar los \$20.000 millones (USD\$ 10 millones Dólares). Actualmente CRA cuenta con unos 350 empleados de los cuales 150 son profesionales, varios con estudios de postgrado. CRA realiza los trabajos con un Sistema de Gestión de la Calidad basado en la Norma NTC-ISO-9001:2008, con una política principal basada en la SATISFACCIÓN INTEGRAL DEL CLIENTE, mediante el cumplimiento integral de sus requisitos. Su Sistema de Aseguramiento de la Calidad recibió la Certificación No 113-1 ICONTEC en Septiembre de 1998 ha sido renovado periódicamente y actualmente está vigente hasta 2013. Con el siguiente alcance: Consultoría en Estudios, Diseños, interventoría a estudios y diseños e Interventoría Técnica, Administrativa y Financiera de obras en Ingeniería Civil, Ambiental, Energía y Telecomunicaciones, Consultoría en interventoría de Concesiones Viales, Consultoría en Interventoría de programas de Sistemas de Gestión de Calidad. Adicionalmente, CRA se encuentra acreditada por la Superintendencia de Industria y Comercio para realizar inspección de instalaciones domiciliarias de Gas, Resolución No 8243 del 21 abril de 2005. El Noviembre de 2009 fue auditada en el sistema de Gestión de HSE con un puntaje 98/100 un resultado destacable en el sector de la Consultoría.

MISIÓN.

Prestar Servicios de Consultoría y Gerencia de Proyectos con ética, eficiencia, y calidad, para satisfacer las necesidades de nuestros clientes, generar valor y estabilidad a la empresa, accionistas, funcionarios y aliados; todas nuestras actividades estarán enmarcadas dentro de los principios de Responsabilidad Social y comprometidas con el desarrollo sostenible.

VISIÓN.

Ser una de las dos primeras empresas nacionales en contratación y prestigio técnico en el sector de consultoría en Colombia, con alianzas estratégicas y ejecución de proyectos internacionales.

POLÍTICA DE CALIDAD.

Consultores Regionales Asociados CRA SAS, dentro de la prestación de los servicios de Consultoría y dentro de su Sistema de Gestión de Calidad, tiene establecidas las siguientes directrices de su Política de Calidad:

1. Considerar la satisfacción integral de las necesidades explícitas del cliente, como el fundamento y razón de ser de la firma, realizando los trabajos en permanente integración con el cliente.
2. Ejecutar los proyectos bajo la Dirección Técnica de un profesional de alto nivel en el tema específico, con altos estándares técnicos, éticos e independencia de criterio y economía de contratista o proveedores.
3. Reconocer al personal profesional, técnico y administrativo como el recurso fundamental para la prestación del servicio de consultoría, promoviendo su desarrollo integral.
4. Fomentar el proceso de cambio e innovación tecnológica como ayuda para aumentar la eficiencia y la eficacia internas de la firma.
5. Mejorar constantemente la posición competitiva de la firma en el medio de la consultoría, mediante la aplicación del ciclo PHVA
6. Aplicar el Sistema de Gestión de la Calidad ISO 9000 como herramienta para buscar la mejora de la organización.

3 METODOLOGÍA

A continuación se expone la metodología para lograr el alcance de cada uno de los objetivos planteados, con una jornada de trabajo que va desde las 7:30 a.m. a 12 :30 p.m. y en la tarde de 1:30 p.m. a 6:00 p.m., lo que corresponde a 9 horas diarias, de lunes a viernes, durante 4 meses. Durante el periodo que duro la pasantía, apoye a un grupo multidisciplinario de profesionales en la elaboración del estudio de impacto ambiental del proyecto construcción línea de transmisión de energía eléctrica entre las subestaciones calima-bahía a 115 kW, en relación a la recopilación, verificación, validación de la información solicitada a las diferentes instituciones colombianas. De igual manera se levantó la información en las salidas de campo programadas y realizaron informes concernientes al componente abiótico.

También en la divulgación de la información levantada en campo a las comunidades, con el fin de realizar una identificación y valoración de los impactos ambientales lo más acorde posible al proyecto, se articuló y proceso la información la cual fue expuesta a las comunidades para su validación.

La metodología general aplicada para este estudio es la expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible- MADS-, en su Resolución 1503 del 4 de agosto del 2010, la cual busca orientar a los usuarios de proyectos, obras o actividades sujetas a la obtención de Licencia Ambiental o al establecimiento de un Plan de Manejo Ambiental-PMA- en el desarrollo de los estudios que se requieren para el efecto, con el propósito de garantizar información precisa y confiable para la toma de decisiones y para el seguimiento al desempeño ambiental de los mismos.

3.1 CARACTERIZACIÓN COMPONENTE ABIÓTICO

Teniendo como referencia los términos metodológicos propuestos por el MADS y por la CVC, se estableció la caracterización del componente abiótico del estudio de impacto ambiental. Se recopilo información en las diferentes instituciones Colombianas como el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (INCODER), Instituto Colombiano de Geología y Minería (INGEOMINAS) e Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM); de igual manera se realizaron salidas de campo en las áreas de influencia directa e indirecta del proyecto, con el fin de verificar la información obtenida y realizar el análisis de información primaria y secundaria.

Se realizaron visitas a los municipios Calima-Darién, Restrepo, Dagua y Buenaventura con el fin de solicitar información de los planes y/o esquemas de ordenamiento territorial y se consultó los estudios de oferta y demanda de la cuenca del rio Dagua realizados por el Grupo de Recursos Hídricos de la CVC.

3.1.1 Áreas de influencia Directa (AID) e Indirecta (AI)

Se estableció el Área de Influencia Directa –AID para el aspecto Abiótico del proyecto concerniente a lo estipulada en los Términos de Referencia fijados por la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca- CVC y el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE respecto a la tensión que la línea de trasmisión que para este caso es de 115 kW.

Para el área de influencia Indirecta –All se tuvo en cuenta las unidades geomorfológicas que presenta la zona del trazado de la línea y se estableció la franja pertinente donde se puede propagar un impacto.

3.1.2 Geología y Geomorfología

Para este componente se consultó el Mapa Geológico Generalizado del Departamento de Valle del Cauca, la plancha N° 13 del Atlas Geológico de Colombia del Ingeominas. Se realizó fotointerpretación con las fotografías aéreas de la zona de influencia del proyecto las cuales proporcionaron información morfodinámicos y otros aspectos del orden fisiográfico, respecto al ordenamiento del relieve, red de drenaje, modelados e infraestructura de accesos y esta información se corroboró con las salidas de campo

De igual manera se consultó y empleó información secundaria presentada en el EOT de Calima- Darién (2006), Restrepo, PBOT de Dagua, POT de Buenaventura y EIA Bahía de Buenaventura (2005).

3.1.3 Usos del Suelo

Para la determinación del uso del suelo, se analizó información secundaria consignada en el PBOT de Dagua, POT de Buenaventura, EOT de Calima- Darién (2006), Restrepo la cual se utilizó, verificó y complemento con las visitas a campo en torno a las condiciones reales en las que se encuentra el suelo y para qué lo están utilizando sus pobladores aledaños al trazado de la línea del proyecto.

También se utilizó la clasificación del Servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América y la información suministrada por el Grupo de Sistemas de Información Ambiental de la Corporación Autónoma del Valle del Cauca (CVC)

3.1.4 Aspectos Climáticos

Se recopiló información de las estaciones Aeropuerto Buenaventura, Estación Bajo Calima, Escalarete, Triana, Cisneros y Loboguerrero presentes en la zona de influencia del proyecto y áreas vecinas con la cual se describieron las características hidrológicas y climáticas para el proyecto. De acuerdo a la información suministrada por las estaciones anteriormente descritas, se efectuó un análisis y descripción de los fenómenos climáticos como es la temperatura, vientos, precipitación, humedad relativa, brillo solar y zonificación climática de la región.

Se utilizaron también registros de precipitación diaria de la red de estaciones pluviométricas y pluviográficas de la cuenca del río Dagua.

3.1.5 Hidrología

Con base en información cartográfica se identificaron las principales corrientes que cruzan la Línea de transmisión eléctrica Calima-Bahía y sus respectivas cuencas hidrográficas que drenan hacia el río Dagua, adicionalmente se emplearon fotografías aéreas para aquellas

zonas donde no se tiene suficiente resolución cartográfica por problemas de nubosidad (Anexo C. Fotografías aéreas).

Los estudios hidrológicos se elaboraron con la ayuda de información obtenida por medio de visitas y recorridos en campo; además se consultó y empleó información secundaria presentada en el EOT de Calima- Darién (2006), Restrepo, Dagua, POT de Buenaventura, EIA Bahía de Buenaventura (2005), Estudio Nacional del Agua realizado por el IDEAM (2010) y diferentes estudios realizados por el grupo de Recursos Hídricos de la CVC (2000,2007).

3.1.5.1 Análisis Físico-Químico de Agua.

Para el estudio de este componente se realizó un reconocimiento visual para identificar las quebradas que están dentro del área de influencia directa de la línea, determinando las que tengan una mayor importancia en términos de caudal y usos que se le den a sus fuentes hídricas.

Para la determinación de los parámetros físico-químicos y bacteriológicos se hicieron mediciones *in situ* y se colectaron muestras que fueron analizadas posteriormente en laboratorio. El análisis de información y la interpretación de datos estuvieron a cargo de Microambiental Ingeniería, Laboratorio acreditado ante el IDEAM, pertenece a la Red Nacional de Laboratorios y está aprobado por el Ministerio de Protección Social para la realización de análisis para consumo humano.

Los parámetros analizados fueron: Temperatura ambiental y del agua, oxígeno disuelto, % de saturación de oxígeno disuelto, Dióxido de carbono, pH, Acidez total, Alcalinidad total, Dureza Total, Amonio, Nitratos, Nitritos, Cloruros, conductividad eléctrica, Hierro Total, Calcio, Magnesio, Fosforo total, Sólidos disueltos totales, Turbiedad, DBO, DQO y Coliformes totales y fecales; teniendo en cuenta los métodos normalizados para el Análisis de Aguas y Aguas Residuales de APHA AWWA – WEF.

3.1.5.2 Determinación de la calidad de las fuentes superficiales.

Los resultados de los análisis físico-químicos fueron comparados con los valores que se estipulan en el título C de la RAS 2000 y determinar el nivel de calidad de las fuentes. También se utilizó como referencia los valores máximos aceptables los cuales se estipulan en la resolución 2115 de 2007, la cual señala características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano

De igual manera se estimó el Índice de Calidad del Agua (ICA) propuesta por Brown, que es una versión modificada del “WQI” que fue desarrollada por La Fundación de Sanidad Nacional de EE.UU. (NSF), que en un esfuerzo por idear un sistema para comparar ríos en varios lugares del país, creó y diseñó un índice estándar llamado WQI (Water Quality Index) que en español se conoce como: INDICE DE CALIDAD DEL AGUA (ICA).

Para la determinación del “ICA -NSF” interviene 9 parámetros, los cuales son: Coliformes Fecales (NMP/100 mL), pH (en unidades de pH), Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5

días (DBO_5 mg O_2 / L), Nitratos (NO_3^{-2} mg/L), Fosfatos (PO_4^{-3} mg/L), Cambio de la Temperatura ($^{\circ}\text{C}$), Turbidez (FAU), Sólidos totales (mg/ L) y Oxígeno disuelto (OD mg/ L).

3.1.6. Componente Atmosférico.

Para este componente atmosférico, el cual enmarca las características de la calidad del aire y el ruido ambiental, se realizaron salidas de campo con el objeto de identificar las posibles fuentes fijas y/o móviles que generen o contribuyan al deterioro de este componente. Tanto la comunidades aledañas al trazado de línea como profesionales de las comunidades participaron de estas visitas para validar la información que se levantó. No se realizaron mediciones ni de ruido ni de aire en la zona de influencia del proyecto.

3.2 EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Para llevar a cabo la evaluación y ponderación de los impactos ambientales, se empleó la metodología de identificación de impactos propuesta por Leopold 1977, utilizando una matriz siempre de asociación causa - efecto, incluyendo en las columnas las actividades que se desarrollan en la zona de influencia del proyecto como las de las fases del proyecto propias de la transmisión eléctrica y en las filas los impactos que se identificaron para el componente abiótico

Posteriormente, se procedió a calificar los impactos identificados utilizando la matriz de importancia propuesta por Conesa 1997, tomando diez (10) de los doce (12) aspectos que propone el autor, a saber: signo (naturaleza), intensidad, extensión, momento, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, efecto, periodicidad e importancia, los cuales se describen en la Tabla 1.

Con los parámetros antes descritos, se obtuvieron dos resultados: El primero, la calificación para cada actividad de acuerdo con el impacto descrito y el segundo, la calificación ponderada para el impacto como tal. La calificación definitiva de los impactos se obtuvo al promediar las calificaciones asignadas a cada actividad, a las cuales como se puede observar en las Tablas 1 y 2, se les asigna una señal visual que permite identificar rápida y fácilmente los elementos ambientales que han sido susceptibles de mayor intervención.

Tanto para la identificación como para la evaluación de impactos ambientales, se tuvieron en cuenta las actividades sin y con proyecto en las etapas:

- Etapa de Diseño y construcción.
- Etapa de Construcción.
- Etapa de Operación.

Las calificaciones se hicieron de acuerdo a la metodología antes descrita, la cual se realizaron conjuntamente con las comunidades aledañas al proyecto, los profesionales de las comunidades y los profesionales de la empresa. Con base en esta calificación y con la priorización de impactos, se pudo determinar las acciones y medidas propuestas por el grupo evaluador para incluirlas en el Plan de Manejo Ambiental a implementar durante la ejecución de la obra.

Tabla 1. Criterios para la valoración de impactos ambientales del Proyecto Construcción de la línea Calima – Bahía a 115 kw.

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CALIFICACIÓN	VALOR
SIGNO	Expresa el carácter benéfico o perjudicial de las acciones.	POSITIVO.	+
		NEGATIVO.	-
INTENSIDAD	Expresa el grado de incidencia sobre el factor considerado	ACCIÓN MINIMIZADA (Autorecuperable)	1
		ACCIÓN MEDIA (Recuperable con medidas).	2
		ACCIÓN ALTA (Mitigable).	4
		ACCIÓN MUY ALTA (No mitigable).	8
		DESTRUCCIÓN TOTAL (Pérdida del elemento).	12
EXTENSIÓN (B)	Se refiere al área de manifestación del impacto con relación al entorno del proyecto	PUNTUAL (Frentes de obra).	1
		PARCIAL (Sectores del proyecto).	2
		EXTENSO (Área de Influencia Directa).	4
		TOTAL (Área de Influencia Indirecta).	8
TENDENCIA (C)	Se establece el tiempo que transcurre entre el inicio de la acción y el comienzo del efecto.	CORTO PLAZO (Durante la obra).	4
		MEDIANO PLAZO (De 1 a 3 años).	2
		LARGO PLAZO (Más de 3 años).	1
DURACIÓN O PERMANENCIA (D)	Califica el tiempo que permanecerá el efecto desde su aparición y a partir del cual, el elemento afectado. Retornaría a las condiciones iniciales, anteriores a la acción que lo modifica.	FUGAZ (Durante la obra).	1
REVERSIBILIDAD (E)	Expresa la posibilidad de retornar a las condiciones previas a la acción, por medios naturales.	TEMPORAL (Entre 1 y 3 años).	2
		PERMANENTE (Superior a 3 años)	4
		CORTO PLAZO (Durante la Obra).	1
		MEDIANO PLAZO (De 1 a 3 años).	2
		IRREVERSIBLE (Más de 3 años).	4
MITIGABILIDAD (F)	Califica la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas al proyecto mediante la introducción de medidas correctoras.	RECUPERABLE (o a corto plazo).	1
		RECUPERABLE (a mediano plazo).	2
		MITIGABLE (si la recuperación es Parcial).	4
		IRRECUPERABLE	8

Continuación Tabla 1. Criterios para la valoración de impactos ambientales del Proyecto Construcción de la línea Calima – Bahía a 115 kw.

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN	CALIFICACIÓN	VALOR
EFECTO	Podrá ser directo si la acción es directa sobre el entorno o indirecta si el efecto se presenta a partir de un efecto primario.	DIRECTO	4
		INDIRECTO	1
PERIODICIDAD (H)	Se refiere a la regularidad con que se manifiesta el efecto	CONTINUO (Constante en el tiempo)	4
		PERIÓDICO (Cíclico)	2
		IRREGULAR (Impredecible en el tiempo – probabilidad de ocurrencia)	1
IMPORTANCIA O MAGNITUD (I)	La importancia del efecto es función del valor asignado a los símbolos considerados.	$I = (+/-) (3A + 2B + C + D + E + F + G + H)$	

Fuente: Grupo Consultor GENIVAR-CRA S.A.S.

Tabla 2. Priorización de impactos ambientales.

CALIFICACIÓN	COLOR	RESULTADO	DESCRIPCIÓN
-50 A -76		Atención Inmediata	Son los impactos más importantes que se producen en lugares o momentos críticos y merecen una atención inmediata para buscar alternativas que minimicen su efecto.
-30 A -49		Impacto de Prioridad a Corto Plazo.	Son impactos moderados que merecen atención para estructurar unas adecuadas medidas de manejo ambiental durante el desarrollo de las obras.
-20 A -29		Impacto de Prioridad a Mediano Plazo	Son impactos de baja incidencia, mitigables con prácticas de manejo específicas.
-11 A -19		Impacto de Prioridad de Largo Plazo.	Son impactos no significativos, mitigables con la aplicación de adecuadas prácticas ambientales.
# Positivos		Impactos de carácter positivo para el proyecto.	Son impactos importantes generados por el proyecto.

Fuente: Conesa (1997). Guía metodológica para la evaluación del Impacto Ambiental. Criterios C.R.A.

4 RESULTADOS Y ANÁLISIS

4.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

4.1.1. Generalidades

El proyecto construcción línea de transmisión de energía eléctrica entre las subestaciones calima-bahía a 115 kW, tiene como objetivo principal el suplir la demanda de energía eléctrica para las industrias que se encuentran en la Bahía de Buenaventura.

El Proyecto en referencia, consiste en el diseño y construcción de una línea de transmisión de energía eléctrica a nivel 115 kV, de 58,3 kilómetros de longitud, la cual inicia su trayectoria desde la Subestación Calima, (Municipio de Calima El Darién) y culmina en la futura Subestación Bahía, (Municipio de Buenaventura), pasando por los municipios de Restrepo y Dagua.

4.1.2. Detalles Físicos de la Línea de Alta Tensión Calima-Bahía

Para establecer los detalles físicos de la línea de alta tensión Calima-Bahía se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:

- Calibre de conductores y composición.
- Tipos de aisladores y su configuración
- Material de las estructuras, descripción y configuración
- Criterios de diseño eléctrico
- Localización óptima de estructuras
- Capacidad térmica de los conductores
- Campos eléctricos y magnéticos
- Campo magnético
- Criterios de diseño estructural
- Nivel de confiabilidad

En el Anexo F se describe cada uno de estos aspectos que conforman los detalles físicos de la línea de alta tensión Calima-Bahía.

4.1.3. Descripción de Actividades por Etapa del Proyecto.

A diferencia de otros proyectos, la construcción de una línea de transmisión consiste en una serie de actividades vinculadas unas con otras, que han de desarrollarse en forma secuencial; es decir, en cierto punto del trazo, no podrá iniciarse una tarea hasta el final de la anterior.

Para el proyecto Construcción línea de transmisión de energía eléctrica entre las subestaciones Calima - Bahía a 115 kW, se tuvieron en cuenta las actividades que se ilustran en la tabla 3, correspondientes a las etapas de Diseño o Pre-construcción, Construcción y Operación.

Tabla 3. Resumen de las actividades en cada una de las etapas del proyecto de interconexión de energía.

ETAPAS	ACTIVIDADES
Diseño o Pre-construcción	Selección de ruta, trazado, plantillado y replanteo
	Adquisición de servidumbres
Construcción	Organización laboral
	Replanteamiento de construcción
	Construcción y/o adecuación de accesos para carros y mulas.
	Construcción y/o adecuación de sitios de torre (Remoción vegetal, descapote, explanación y excavación).
	Cimentación, relleno y compactación
	Transporte y montaje de torres
Operación	Despeje de servidumbre y patios o estaciones de tendido e izado del conductor
	Transporte de energía
	Mantenimiento electro mecánico.
	Mantenimiento de zona servidumbre

Fuente: Elaboración propia.

4.1.4. Localización Detallada del Proyecto.

El proyecto está localizado en el departamento del valle del Cauca. Es un sistema de línea con nivel de tensión de 115 kW con una extensión de 58,3 km pasando por las servidumbres de los municipios de Calima-Darién, Restrepo, Dagua, Buenaventura y las veredas La Chapa, La Victoria, La Reina, la Guinea y El Carmelo. En la Figura 4.1, se muestra el plano de localización donde se pretende desarrollar el proyecto y donde se realizó el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto Construcción línea de transmisión de energía eléctrica entre las subestaciones Calima - Bahía a 115 kW.

Figura 4.1 Localización del proyecto Construcción línea de transmisión de energía eléctrica entre las subestaciones Calima - Bahía a 115 kW.



Fuente: Consultores Regionales Asociados CRA S.A.S.

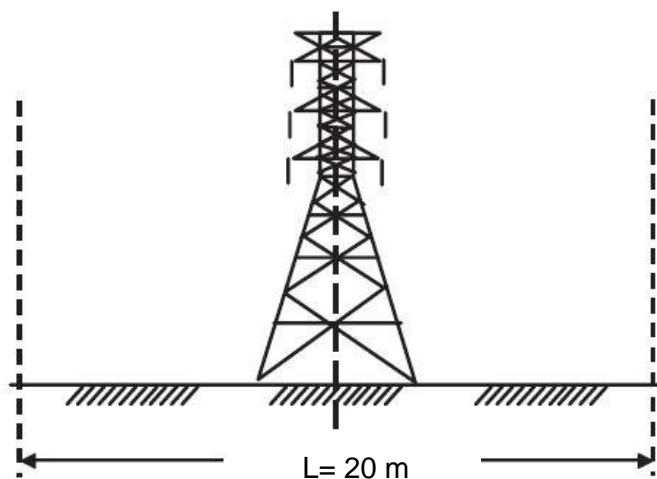
4.3. AREA DE INFLUENCIA.

Para la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental -EIA- del proyecto “Construcción línea de transmisión de energía eléctrica entre las subestaciones Calima y Bahía a 115 kW” y conforme a los Términos de Referencia fijados por la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC), se definió un área de efectos directos sobre los aspectos bióticos, abióticos, sociales, económicos y culturales, identificada como Área de Influencia Directa (AID), complementada con una área paralela de efectos indirectos la cual se analiza y se caracteriza desde la óptica de las alteraciones secundarias y que es conocida como área de influencia indirecta (AII). Tanto el AID como el AII comprenden las servidumbres de los municipios de Calima-Darién, Restrepo, Dagua, Buenaventura y las veredas La Chapa, La Victoria, La Reina, la Guinea y El Carmelo

4.1.1 Áreas de Influencia Directa (AID)

El AID, corresponde al área, adyacente a la infraestructura eléctrica, donde los impactos en la etapa de diseño son poco significativos, en cuanto a las etapas de construcción y operación, se adopta un ancho de zona de servidumbre o AID de 10 m a cada lado del eje de las torres (Figura 4.2) correspondiente a una tensión de 115 kW (RETIE, 2008).

Figura 4.2 Ancho de la zona de servidumbre.



Fuente: RETIE, 2008

4.1.2 Áreas de Influencia Indirecta (AII)

Para el componente físico, el área de influencia indirecta se estableció tomando como referencia las unidades de paisaje geomorfoestructurales, hasta un búffer de 2 km a cada lado del eje de la línea, abarcando un sector de las estribaciones de la cordillera occidental que finalmente se conecta con el litoral del Océano Pacífico. Algunos de los criterios considerados para este componente fueron, la afectación sobre la reserva forestal del Pacífico, áreas de protección de cuerpos de agua y procesos geomorfológicos esperados.

4.4. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

La zona donde se ubica el corredor de la línea eléctrica, fisiográficamente se encuentra enmarcada por las estribaciones occidentales que conforma el amplio Macizo geomorfoestructural de la Cordillera Occidental y el cual ha sido modelado por la cuenca del río Dagua y sus afluentes secundarios.

Para una mejor comprensión de las unidades geológicas que afloran a lo largo de este sector de la Cordillera Occidental y la estabilidad de los materiales litológicos que las componen, fueron agrupadas por bloques geomorfoestructurales, en consecuencia, se considera que a lo largo de todo el corredor, la geología junto con los modelados geomorfológicos, está determinada por formaciones denudacionales que determinan rocas sedimentarias volcánicas y metamórficas, las cuales pertenecen al terciario y cretácico superior. En algunos tramos del corredor, donde se encuentran las principales micro cuencas, que son interceptadas por el alineamiento, en los fondos planos que conforman las llanuras aluviales estrechas, se encuentran materiales sedimentarios pertenecientes al cuaternario.

4.4.1. Principales Bloques Geomorfoestructurales del Área de Influencia.

En general, la geología se puede agrupar en dos (2) bloques geomorfoestructurales: A) Bloque geomorfoestructural que se extiende desde la S/E de la central hidroeléctrica de Calima hasta la Quebrada Bendiciones y, B) Bloque geomorfoestructural conformado por las estribaciones Occidentales de la Cordillera hasta encontrar el litoral pacífico de Buenaventura. Estos dos bloques geomorfoestructurales agrupan todo el corredor de la línea, desde S/E Calima hasta la nueva S/E Bahía, pasando intermedicamente por las inspecciones de policía de Zabaletas, Loboguerrero, Cisneros, Zaragoza y Córdoba. En el Anexo A se muestra el mapa de geología de la zona de estudio.

A. Bloque geomorfoestructural que se extiende desde la S/E de la central hidroeléctrica de Calima hasta la Quebrada Bendiciones

Este tramo se caracteriza por presentar una morfología montañosa, determinada por un gran bloque geomorfoestructural, modelado por unidades geológicas, donde afloran una secuencia de formaciones volcánicas características de la Cordillera Occidental, en algunos sectores se intercalan rocas que se califican como blandas a duras, originando la presencia de remanentes de rocas metamórficas, tal como el Stock de Zabaletas.

Se consultó el Mapa Geológico Generalizado del Departamento de Valle del Cauca, la plancha N° 13 del Atlas Geológico de Colombia del Ingeominas y se confrontó con la información identificada en los análisis de fotointerpretación, así se estableció que este sector está caracterizado por la presencia de formaciones volcánicas, la geología se encuentra bien diferenciada y bastante homogénea, por consiguiente, las litologías aflorantes solamente fueron modificadas por los sistemas de incisión profunda que ejerció el cauce del río Dagua. Como resultado se identificaron las litologías que se agrupan en las siguientes formaciones:

- **Rocas Volcánicas del Cretácico Superior:** Se encuentran principalmente las formaciones Volcánica, Espinal y Cisneros, ocupando amplios tramos de la línea eléctrica.
- **Formación Volcánica (Kv):** Litológicamente está caracterizada por la presencia de materiales que conforman diabasas, basaltos, y lavas almohadilladas. Esta secuencia volcánica se extiende desde el inicio hasta el sector de Loboguerrero y seguidamente, a partir de allí se intercala la secuencia con la formación Cisneros hasta llegar al sector de la Quebrada Bendiciones, donde se presenta en contacto con las formaciones sedimentarias del terciario.

Figura 4.3 Características del modelado ondulado de las formaciones volcánicas (Kv) que afloran en inmediaciones del embalse de Calima.



Fuente: Grupo Consultor CRA S.A.S-Genivar.

Figura 4.4 Margen izquierda de la Quebrada La Chapa a la altura de Loboguerrero, se observa el afloramiento de las litologías de origen volcánico.



Fuente: Grupo Consultor CRA S.A.S-Genivar.

- **Formación Cisneros (Kc):** Esta unidad geológica ubicada dentro del corredor se encuentra intercalándose con las formaciones netamente volcánicas, es por ello, que es importante anotar que de acuerdo a lo observado en campo, los sectores donde afloran los materiales litológicos de esta formación, se presentan con alguna susceptibilidad a la inestabilidad en sus laderas, tal como se detectó en los cortes de la doble calzada en el punto de Loboguerrero; pero esto no representa riesgo para la alineación del proyecto por inestabilidad ya que este se desarrolla por la parte alta de la cordillera occidental. La litología aflorante está conformada principalmente por rocas

asociadas como: metalimolitas, metachert, filitas verdes con intercalaciones locales de flujos de roca volcánica, la cual modela geomorfoestructuras de relieve quebrado.

- **Formación Espinal (Ke):** Esta formación sedimentaria con influencia volcánica, fue identificada entre las microcuencas de las Quebradas La Chapa y Los Indios, donde afloran litologías conformadas por materiales de Shales Silíceos, lutitas con intercalaciones de Cherts negro, areniscas y presencia de filitas.

B. Bloque geomorfoestructural conformado por las estribaciones Occidentales de la Cordillera hasta encontrar el litoral pacífico de Buenaventura.

Dentro de este bloque geo-estructural se identificó una secuencia de depósitos sedimentarios del terciario, como también algunos fondos planos del cuaternario que conforman las pequeñas llanuras aluviales modeladas por los diferentes drenajes con características dendríticas, que le imprimen al relieve formas colinares de baja altura.

- **Formaciones Aluviales (QIIa):** Están determinadas por los depósitos de sedimentos que han sido originados por la dinámica que han ejercido las quebradas que drenan la zona por donde transcurre la línea eléctrica, entre la microcuena de la quebrada Bendiciones hasta el sector donde se ubica la S/E Bahía.
- **Formaciones Terciarias (Tpr):** Dentro de esta formación terciaria, según la nomenclatura geológica los materiales litológicos aflorantes se agrupan dentro de la formación Reposo, la cual está conformada por rocas no marinas, conglomerados, arenitas y lutitas con intercalaciones de niveles de arcillas.

De acuerdo a los recorridos de campo, este amplio bloque determinado por materiales terciarios, se presenta con una morfología del relieve algo homogéneo y está caracterizada principalmente por la presencia de un sistema colinar encadenado que forma fondos planos aluviales que originan un drenaje natural calificado de tipo dendrítico (Figuras 4.5 y 4.6).

Figura 4.5 Sector del corredor donde se observa el sistema colinar en el cual afloran materiales del terciario.



Fuente: Grupo Consultor Genivar CRA S.A.S.

Figura 4.6 Relieve de morfología colinar del corredor del trazado de la línea eléctrica a la altura del cruce con la vía a Málaga.



Fuente: Grupo Consultor Genivar CRA S.A.S.

La geomorfología considerada para éste proyecto, se refiere a los amplios paisajes y modelados que caracterizan el relieve, por donde transcurre en toda su trayectoria el corredor de trazado de la línea eléctrica a 115 kW en doble circuito, el cual fue dividido en cuatro (4) amplios paisajes geomorfológicos, que presentan características especiales desde el punto de vista del relieve y materiales litológicos aflorantes (Anexo B). Estos cuatro (4) paisajes geomorfológicos son los siguientes:

- Paisaje modelado por un relieve ondulado a quebrado, el cual está formado para algunos sectores con morfologías de flujos volcánicos, extendiéndose desde la S/E de la hidroeléctrica de Calima hasta la zona de Chancos.
- Paisaje de modelado montañoso conformado por las geomorfoestructuras de origen volcánico, que originan incisiones profundas en los drenajes principales e igualmente presentan laderas abruptas, extendiéndose desde Chancos hasta el sector de Cisneros.
- Paisaje de modelado montañoso a quebrado conformado por geomorfoestructuras de origen volcánico y volcánico metamórfico, que se extiende desde el sector de Cisneros hasta La microcuenca de la Quebrada Bendiciones.
- Paisaje de modelado ondulado a colinar que origina drenajes de características dendríticas de formaciones terciarias y que se extiende desde la microcuenca de la Quebrada Bendiciones hasta la S/E Bahía.

4.4.2. Modelados de paisajes Geomorfológicos y procesos Morfodinámicos.

Al igual que en la geología donde se definen las unidades litológicas a lo largo del corredor eléctrico para los dos grandes bloques geo-estructurales, para la geomorfología fue importante subdividir estos dos bloques en cuatro grandes paisajes del relieve montañoso y colinar, en razón a las características de sus laderas y pendientes, como también los materiales litológicos que los componen. En consecuencia, podremos describir los cuatro (4) amplios paisajes en que se ha dividido el corredor seleccionado para el trazado de la línea eléctrica, teniendo en cuenta las características del relieve y su estabilidad litológica e igualmente los procesos geomorfodinámicos más relevantes que fue posible identificar.

A. Paisaje modelado por un relieve ondulado a quebrado, extendiéndose desde la S/E de la hidroeléctrica de Calima hasta la zona de Chancos.

Este modelado de paisaje ondulado a quebrado, corresponde a morfologías derivadas de formaciones netamente volcánicas, con presencia de flujos volcánicos a la altura del embalse de Calima, los cuales se extienden hasta el sector de Puerta Negra. Tal como fue descrito éste tramo en las formaciones geológicas que afloran a lo largo del mismo, sus materiales y unidades fueron agrupados geomorfológicamente como geomorfoestructuras denudacionales, las cuales conforman un dominio de rocas de origen volcánico. (Figuras 4.7 y 4.8).

Figura 4.7 Panorámica que ilustra la morfología del terreno del corredor por donde transcurre el trazado de la línea antes de llegar al sitio de Puerta negra.



Fuente: Grupo Consultor Genivar CRA S.A.S

Figura 4.8 Paisaje con características de relieve ondulado por donde transcurre el trazado de la línea eléctrica en el sector de Puerta negra y que origina formaciones volcánicas.



Fuente: Grupo Consultor Genivar CRA S.A.S.

B. Paisaje de modelado montañoso que se extiende desde Chancos hasta el sector de Cisneros.

La identificación de estas geoformas del relieve que corresponden a un paisaje predominantemente montañoso, permitió que el trazado de la línea eléctrica transcurriera por las zonas donde el relieve se aplanaba un poco y se aleja de la incisión profunda que forma las laderas de la cuenca del río Dagua. En este bloque estructural afloran geomorfoestructuras masivas competentes denudacionales que originan rocas de origen

volcánico y volcánico metamórfico, correspondiendo al cuerpo central de la Cordillera Occidental. En relación con los procesos geomorfológicos que se pueden presentar dentro del corredor, estos corresponden a desplomes de estructuras rocosas en sitios muy puntuales, especialmente hacia el sector de las laderas donde se construye la doble calzada Buga - Buenaventura; sin embargo, dentro del corredor se pudieron identificar áreas con pendientes muy elevadas y cuyas laderas se encuentran cubiertas con suelos residuales que conforman acumulaciones de detritos provenientes de la fracturación de las rocas de origen volcánico metamórfico (Figuras 4.9 y 4.100).

Figura 4.9 Panorámica que ilustra las características del relieve montañoso por donde transcurre el trazado de la línea a la altura de Zabaletas entre el delta 7 y los predios de Cartón de Colombia al fondo.



Fuente: Grupo Consultor Genivar CRA S.A.S

Figura 4.10 Panorámica que ilustra el paisaje con características montañosas entre el Delta 7 y 8, arriba de Loboguerrero antes de cruzar la quebrada La Chapa.



Fuente: Grupo Consultor Genivar CRA S.A.S.

C. Paisaje de modelado montañoso ha quebrado que se extiende desde el sector de Cisneros hasta La Cuenca de la Quebrada Bendiciones.

Se estableció durante las etapas de fotointerpretación y reconocimiento de campo para la georreferenciación de la línea, que éste tramo del proyecto está caracterizado por presentar en su relieve una morfología montañosa a quebrada, la cual abarca las estribaciones occidentales de la Cordillera Occidental y que se encuentran en contacto con las formaciones terciarias que forman el litoral pacífico.

En consecuencia, se puede consignar que este paisaje geomorfológico es susceptible a la inestabilidad litológica, en razón a que los materiales que conforman sus estructuras de origen volcánico y volcánico metamórfico, se encuentran influenciadas por una serie de fallas locales que le imprimen a los modelados una secuencia intercalada de estos materiales, conformados principalmente por metalimolitas, filitas e intrusiones locales de flujos de rocas volcánicas. Es conveniente anotar que los procesos de inestabilidad, se presentan especialmente cuando se efectúan cortes de laderas, tal como sucede con la construcción de la doble calzada Buga-Buenaventura y por consiguiente, el corredor de trazado de la línea tuvo en cuenta que no tuviera una influencia directa hacia dichos procesos.

Este paisaje geomorfológico se caracteriza por presentar alturas del relieve que no sobrepasan los 800 m.s.n.m., permitiendo con ello que se modele un relieve ondulado con algunas cuestas y filos angostos, lo cual generará alguna dificultad para la ubicación de estructuras eléctricas. (Figuras 4.11 y 4.12)

Figura 4.11 Características de las laderas por la margen izquierda de la cuenca de la quebrada La Reina.



Fuente: Grupo Consultor Genivar CRA S.A.S.

Figura 4.12 Panorámica del paisaje montañoso entre las microcuencas de las quebradas La Reina y La Guinea, vista desde el sector del Carmelo.



Fuente: Grupo Consultor Genivar CRA S.A.

D. Paisaje de modelado ondulado a colinar que se extiende desde la cuenca de la Quebrada Bendiciones hasta la S/E Bahía.

Este amplio paisaje se caracteriza por presentar un relieve con una morfología ondulada a colinar, la cual abarca los remanentes finales de las estribaciones occidentales de la Cordillera Occidental, antes de hacer contacto con los depósitos sedimentarios del cuaternario que determinan las geoformas de litoral Pacífico. En consecuencia, se puede consignar que este paisaje geomorfológico se encuentra modelado por los afloramientos terciarios que caracterizan el tramo y donde afloran principalmente conglomerados, arenitas y lutitas con niveles de arcillas.

Respecto a la presencia de procesos morfodinámicos para el tramo, estos no fueron detectados dentro del corredor y alineamiento del trazado de la línea eléctrica, en razón a que el área se encuentra todavía cubierta por una densa vegetación arbórea, lo cual favorece que no se presenten inestabilidades generalizadas del terreno. Este paisaje geomorfológico dentro del corredor de trazado de la línea se caracteriza por presentar alturas del relieve que transcurren entre los 25 m.s.n.m a 300 m.s.n.m, dando como resultado una modelación del terreno con geoformas onduladas a colinares, las cuales se encuentran esculpidas por un sistema de drenajes tipo dendrítico.

Las Figuras 4.13 y 4.14 muestran el relieve que modela el paisaje geomorfológico caracterizado por la presencia colinar y de drenajes dendríticos.

Figura 4.13 Panorámica que ilustra las características del relieve ondulado colinar derivado de formaciones terciarias y por donde transcurre el trazado de la línea eléctrica



Fuente: Grupo Consultor Genivar CRA S.A.S.

Figura 4.14 Panorámica que ilustra el relieve semiplano entre el sitio donde se ubicará la S/E Bahía y la intercesión con la línea Buenaventura-Málaga a la altura de la torre 12.



Fuente: Grupo Consultor CRA S.A.S-Genivar.

4.5. USO DEL SUELO

El área de estudio presenta variedad de usos del suelo, de acuerdo a la actividad económica que se desarrolla en las diferentes zonas por donde transcurre el proyecto eléctrico. Para hacer más comprensible la información se dividió la zona en dos: una zona consumidora, la cual abarca desde la bahía de buenaventura hasta las inmediaciones de la vereda el Carmelo y una zona productora, que parte desde la vereda el Carmelo hasta inmediaciones al lago calima, la cual se subdividió en 5 subsectores como se ilustra en la Figura 4.15.

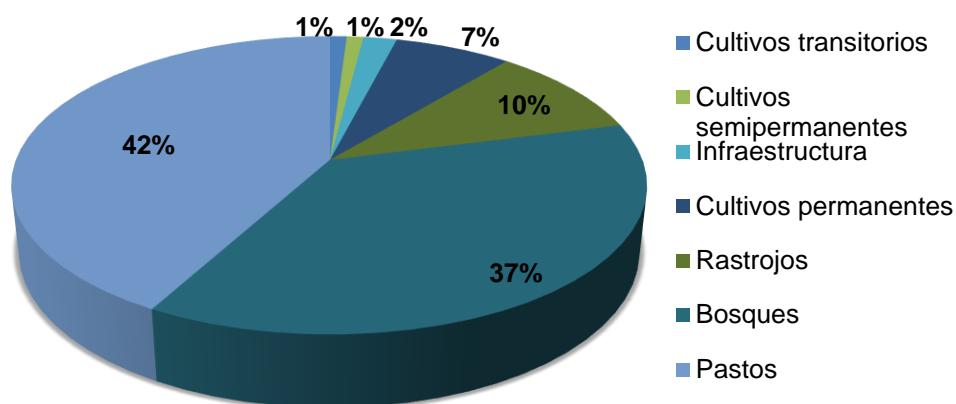
Figura 4.15. Sectores divisorios de la zona por donde transcurre el proyecto eléctrico.



Fuente: Elaboración propia.

Dentro del área de influencia de la línea eléctrica se puede observar que la distribución porcentual del uso y cobertura del suelo en la zona productora de la cuenca del Dagua la cual se representa con una línea azul, en donde se ubican las subcuencas río Bitaco y quebrada los Indios, está conformada mayormente por pastos naturales con el 42% del área, cuyos usos principalmente son la ganadería, seguida por bosques principalmente en sucesión secundaria con el 37% del total de la cobertura presente, los rastrojos con un 10%, los cultivos permanentes con el 7% y cultivos transitorios e infraestructura cada uno con el 1% de la cobertura presente en la parte alta que corresponde a la zona productora (Figura 4.16).

Figura 4.16 Uso del suelo en la zona productora del río Dagua.



Fuente: Modificado de Balance de oferta y demanda cuenca del Dagua, (CVC, 2008)

En el primer subsector, en inmediaciones del Lago Calima, se encuentran fincas de grandes extensiones dedicadas a la ganadería y al turismo en donde se prestan servicios de alquiler de cabañas o son usadas por sus propietarios como sitios de recreación.

En el segundo subsector entre Puerta Negra y Zabaletas se observan variedad de cultivos entre los que se encuentran diferentes cultivos de pan coger.

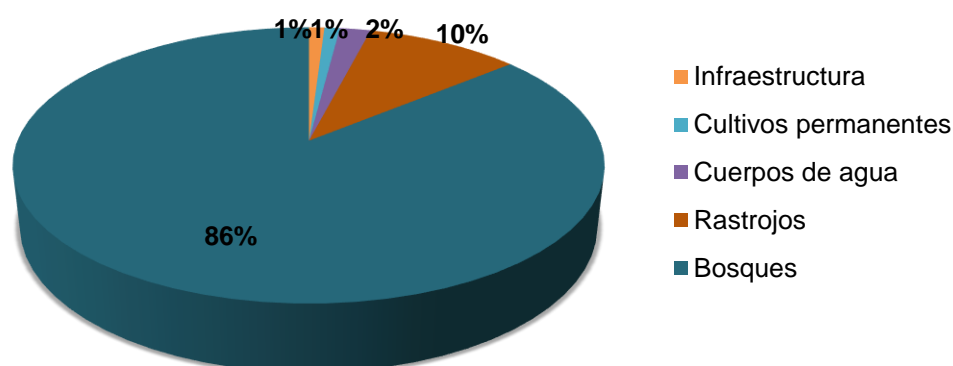
En el tercer subsector desde Zabaletas hasta el punto ubicado en Loboguerrero se establecen los terrenos de Smurfit Kappa Cartón de Colombia, dedicados al cultivo y extracción de especies forestales útiles para la industria forestal.

El cuarto subsector se encuentra la zona del enclave subxerofítico, la cual describe condiciones ecológicas especiales, las cuales han sido motivo para que la autoridad ambiental y la comunidad del área, desarrollen proyectos de conservación.

En el quinto subsector nuevamente se encuentran terrenos dedicados a la ganadería y la agricultura, aunque no en las mismas proporciones que el primer subsector, descrito anteriormente, en la zona donde se ubican la vereda La Chapa, La Victoria, La Reina, la Guinea y El Carmelo, la oferta mala e inexistente de servicios públicos y los inconvenientes en cuanto al acceso a estas zonas, ha generado abandono de los terrenos por parte de sus pobladores.

A partir de la vereda El Carmelo y hasta finalizar la línea, se encuentra la zona consumidora, representada por la línea amarilla, en donde se ubican las quebradas La Víbora o Viborita, Quebrada Pericos, Quebrada Bendiciones y Quebrada La Brea que corresponde a la parte baja de la cuenca del río Dagua y donde se ubican territorios de comunidades étnicas en donde la cobertura es principalmente bosques naturales con uso multipropósito y en estado de sucesión secundaria con 86%, mientras que el 10% corresponde a rastrojos, el 2% corresponde a cuerpos de agua con algún uso y solamente el 1% se encuentra ocupada por infraestructura y cultivos permanentes (Figura 4.17).

Figura 4.17 Uso del suelo en la zona consumidora del río Dagua.



Fuente: Modificado de Balance de oferta y demanda cuenca del Dagua, (CVC, 2008).

En la Tabla 4 se resume el uso del suelo de la zona de influencia directa de la línea, de acuerdo al área de afectación.

Tabla 4. Uso actual del suelo en la AID de la línea de 115 kW

Uso	Área (Ha)
Forestal extracción	1,81
Forestal Protector multipropósito	68,51
Ganadería extensiva	27,10
Ganadería extensiva con cultivos	14,07
Asociados	3,98
Descanso	1,10
Represa	1,89
Agricultura	1,89

Fuente: Grupo consultor Genivar CRA S.A.S

4.6. ASPECTO CLIMÁTICO

4.6.1. Temperatura Promedio Mensual y Anual

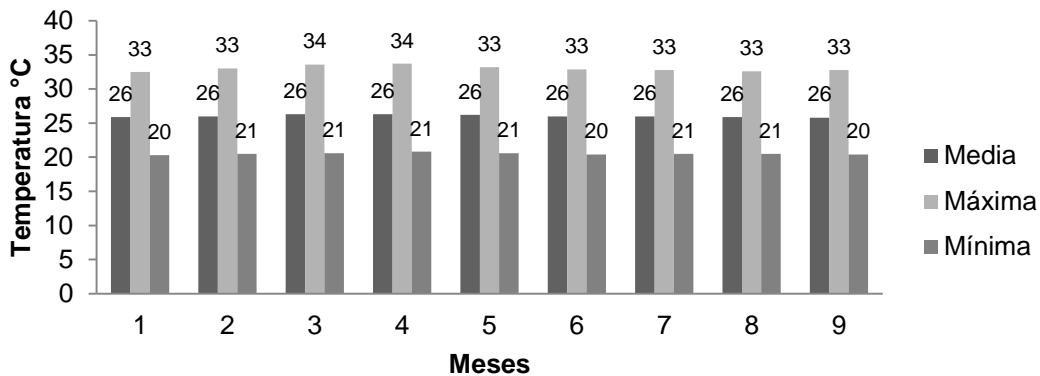
El proyecto de construcción de la línea de transmisión de energía eléctrica entre las subestaciones Calima y Bahía a 115 kW, comprende un sector del Departamento del Valle del Cauca, desde el municipio de Calima- Darién, en estribaciones de la cordillera Occidental a 1400 msnm, hasta Buenaventura en la costa Pacífica vallecaucana a 0 msnm

que implican variaciones de los aspecto climáticos dadas por esta diferencia de altura y relieve.

La temperatura en Calima presenta un rango entre los 16 °C y los 21 °C.

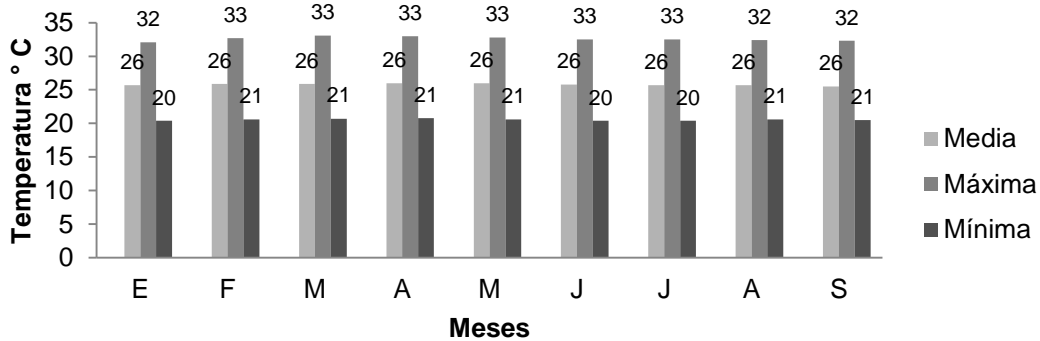
Las temperaturas en las estaciones Aeropuerto Buenaventura y Bajo Calima son similares y oscilan alrededor de los 26.0 °C con promedios de máximos y mínimos variando entre 34°C como promedio de máximos en abril en la estación Aeropuerto y 20.0 °C como promedio de mínimos en diciembre (Figuras 4.18 y 4.19).

Figura 4.18 Valores de temperatura Estación Aeropuerto.



Fuente: Grupo Consultor CRA S.A.S-Genivar.

Figura 4.19 Valores de temperatura Estación Bajo Calima.



Fuente: Grupo Consultor CRA S.A.S-Genivar.

La variación de temperatura en ambas estaciones a lo largo del año es muy reducida, encontrándose una variación durante el día del orden de 12 °C entre los mínimos y máximos.

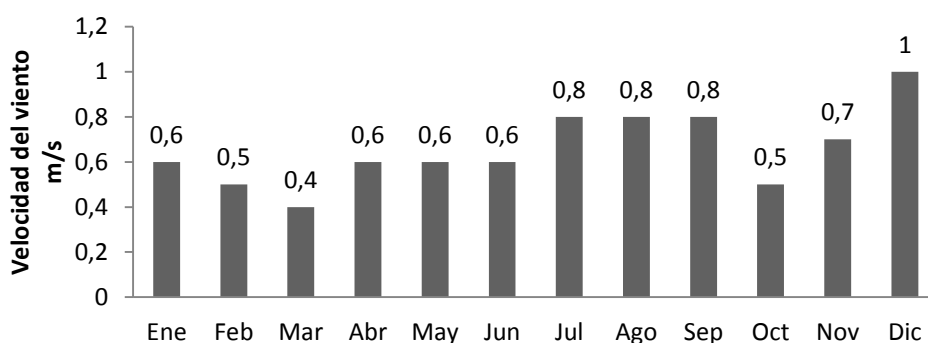
4.6.2. Vientos

En cuanto a vientos se presentan variaciones igualmente dadas por las diferencias de localización a nivel del mar y cordillera.

En Calima se dispone de poca información, pero los vientos provenientes de la Costa Pacífica penetran por dos frentes hacia el valle del río Calima; uno por el cañón de Riobravo y otra por la región de la Cristalina. La presencia notoria de estas corrientes se aprecia en horas de la tarde donde repercuten fuertemente sobre el embalse, produciendo "oleajes" o corrientes sobre la superficie del lago.

En Buenaventura, los pocos registros de velocidad del viento muestran un promedio de 0,7 m/s, en la estación Aeropuerto (Figura 4.20).

Figura 4.20 Registros promedio de la velocidad del viento en la estación Buenaventura.



Fuente: Grupo Consultor CRA S.A.S-Genivar.

4.6.3. Precipitación

El proyecto está ubicado en una zona con grandes variaciones de precipitación. En la zona baja, cerca de Buenaventura se presentan muy altas precipitaciones con totales anuales que oscilan entre 6 600 milímetros anuales en la estación Aeropuerto, 7 640 mm en la estación Escalarete, 7 302 mm en la estación Bajo Calima y 6 922 mm en Triana. En la estación Cisneros se registra un total anual de 2 170 mm y tan solo 850 milímetros anuales en Loboguerrero.

La estación Aeropuerto Buenaventura aunque fue instalada en 1946 presenta un gran vacío de información, por lo cual los promedios se calcularon con base en los registros posteriores a 1961, lo cual representa un periodo de 50 años (Tabla 6). En la Tabla 5 se presenta la variación registrada de la precipitación a lo largo del año 2013 en las estaciones seleccionadas, observándose en todas un régimen bimodal no muy marcado debido al total tan elevado de precipitación anual. Se observa más elevada la precipitación en el segundo periodo invernal.

En Dagua se presenta un ecosistema muy seco, con bajas precipitaciones y largos periodos de verano donde crece el bosque seco caracterizado por cactus y matorrales espinosos; en el sector de enclave subxerofítico.

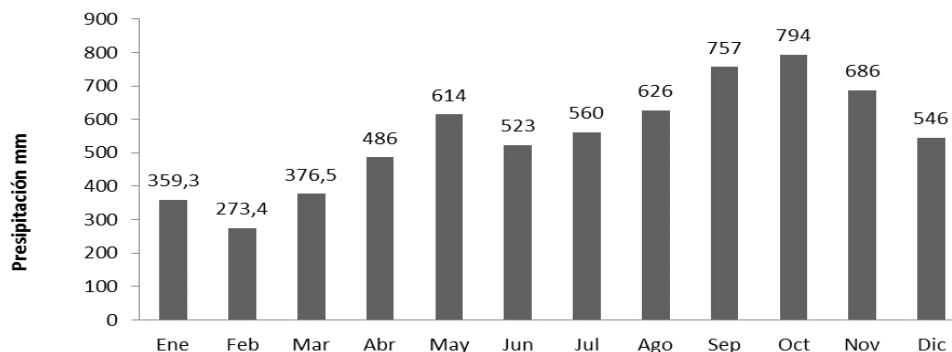
Tabla 5. Valores medios mensuales de pluviosidad en las diferentes estaciones pluviográficas en el área de influencia del proyecto. Año 2013

Aeropuerto Buenaventura Precipitación mensual (mm)					
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
359,3	273,4	376,5	486,0	614,3	522,7
Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
560,4	625,9	756,7	793,9	686,1	545,8
Bajo Calima Precipitación mensual (mm)					
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
429,8	351,5	426,4	605,0	691,0	551,4
Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
651,0	671,1	788,7	788,7	717,0	630,6
Escalerete Precipitación mensual (mm)					
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
518,8	428,8	553,5	663,3	671,6	538,5
Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
496,1	659,8	727,7	804,7	890,0	687,9
Triana Precipitación mensual (mm)					
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
481,4	428,6	484,2	653,3	582,9	461,3
Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
467,3	497,8	644,3	792,8	780,4	647,4
Cisneros Precipitación mensual (mm)					
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
156,9	146,9	158,5	176,6	182,2	109,6
Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
119,7	108,2	199,9	304,8	290,7	216,3
Loboguerrero Precipitación mensual (mm)					
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
48,6	41,5	62,4	86,2	75,2	43,6
Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
38,9	43,3	69,5	138,3	125,8	77,2

Fuente: Grupo Consultor Genivar CRA S.A.S.

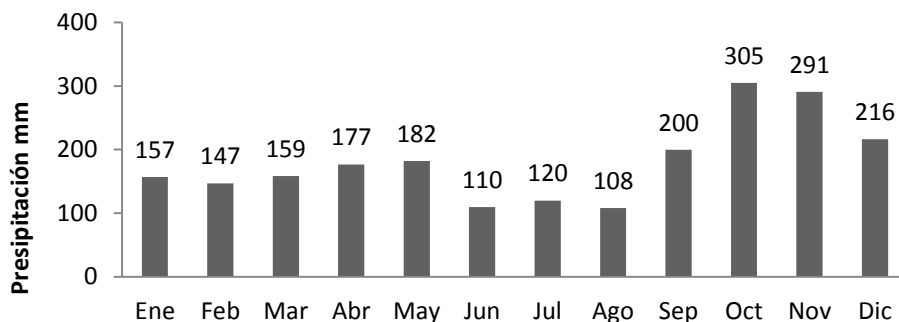
En la Figura 4.21 y 4.22 se presenta un promedio de los valores mensuales registrados en las cuatro estaciones en el área cercana a Buenaventura. Se observa un régimen bimodal siendo el periodo septiembre a noviembre el de mayor precipitación. El periodo más seco corresponde a los meses de enero a marzo.

Figura 4.21 Precipitación media mensual del área de Buenaventura.



Fuente: Grupo consultor Genivar CRA S.A.S.

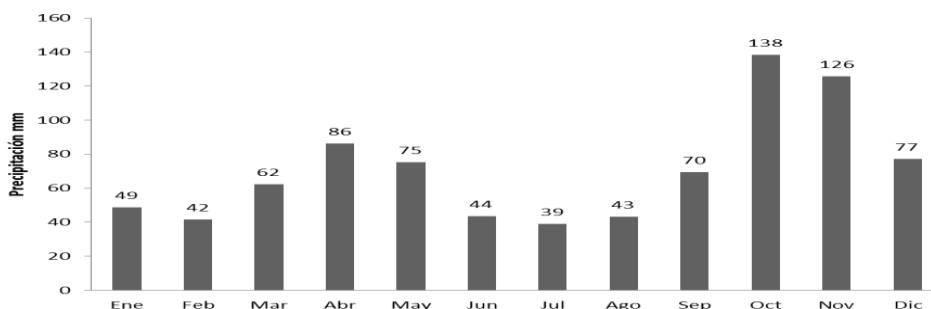
Figura 4.22 Precipitación media mensual Registrada en la estación Cisneros.



Fuente: Grupo consultor Genivar CRA S.A.S.

En la estación Cisneros, con una precipitación inferior a la mitad de la registrada en el área de Buenaventura, se tiene una distribución bimodal, siendo los meses de octubre y noviembre los de mayor registro y el periodo más seco el correspondiente a los meses de junio a agosto. El periodo húmedo de abril y mayo no se aparta mucho de los meses de enero a marzo como se muestra en la Figura 4.22.

Figura 4.23 Precipitación media mensual Registrada en la estación Loboguerrero.



Fuente: Grupo consultor Genivar CRA S.A.S.

La estación Loboguerrero (Figura 4.23), indica un total de precipitación muy inferior al de las demás estaciones pero mantiene el mismo régimen bimodal, con los meses de octubre y noviembre como claramente los más húmedos del año. El periodo más seco es junio a agosto, pero comparando con la estación ubicada en Cisneros se determina una mayor precipitación relativa en los meses húmedos del primer semestre del año entre los meses de abril y mayo.

Tabla 6. Reporte de lluvias máximas (en mm) en las diferentes estaciones.

Estación	Aeropuerto	Bajo calima	Escalarete	Cisneros
Año				
1962	115			
1963	141,7			
1964	110			
1965	95			
1966	descarte			
1967	124			
1968	130			
1969	130,5			
1970	140			
1971	230			
1972	150			
1973	183			
1974	138,4			
1975	140,8			
1976	154,7			
1977	200			
1978	153,8			
1979	140,4			
1980	130			
1981	187,2			
1982	143,2			
1983	131,2			
1984	156,6			
1985	176,5			
1986	150			
1987	140			
1988	162,8			
1989	142			
1990	189			
1991	135			
1992	210	187	129	64
1993	172	142	149	64
1994	140	148	145	108
1995	158	137	107	90
1996	130	138	177	90
1997	137	136	145	90
1998	140	164	146	90
1999	140	137	171	90
2000	140	190	182	90

Continuación Tabla 6. Reporte de lluvias máximas (en mm) en las diferentes estaciones.

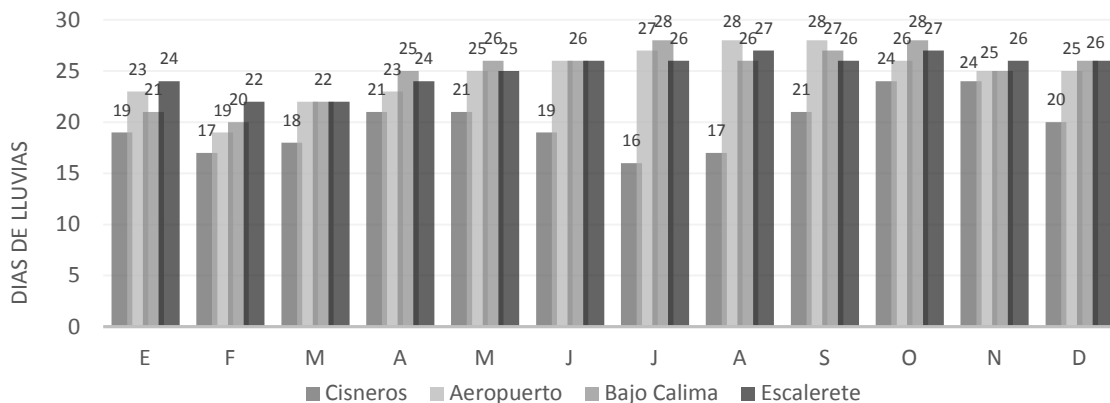
Estación	Aeropuerto	Bajo calima	Escalarete	Cisneros
2001	137	164	150	70
2002	178,2	195	137	100
2003	215		179	130
2004	160		185	72
2005	155,7		137	81
2006	217,2		188	115
2007	169		206	95
2008	151,4	100	170	80
2009	179	100	144	65
2010	177	136		83
Promedio	155,9	148,1	158,2	87,7
Des.est.	28,6	29,5	25,2	17,5

Fuente: Grupo consultor Genivar CRA S.A.S

En la Tabla 6 se reporta la información de lluvias máximas en 24 horas registradas en algunas de las estaciones a partir de 1962 en las cuatro estaciones consideradas. La Estación Aeropuerto tiene tres datos en los años 1945 a 1947 que no se tomaron a pesar de ser similares a los actuales y un dato en 1966 que se descartó por ser extremadamente bajo para estas series. Las series de Aeropuerto, Bajo Calima y Escalarete tienen unos valores promedios y desviaciones típicas muy similares. El promedio de los máximos en 24 horas se encuentra alrededor de los 154 milímetros. La estación Cisneros que totaliza menos de la mitad de la precipitación anual en el área de Buenaventura muestra un promedio de valores máximos en 24 horas de 87 milímetros.

En la Figura 4.24 se presentan los valores promedios del número de días de lluvia, que totalizan 300 días en el área de Buenaventura y 237 en la estación Cisneros. Para las estaciones Aeropuerto, Bajo Calima y Escalarete, los valores registrados en la Figura 4.24 muestran una relación de los días promedios de lluvias para cada uno de los meses, presentándose en el primer trimestre una variación de ellos con relación a el promedio anual que es de 25 días; mientras que para la estación Cisneros, la variación de los valores es notoria con el promedio y los demás valores que registran las otras estaciones.

Figura 4.24 Número de días promedio de lluvia registrada en las diferentes estaciones pluviométricas.

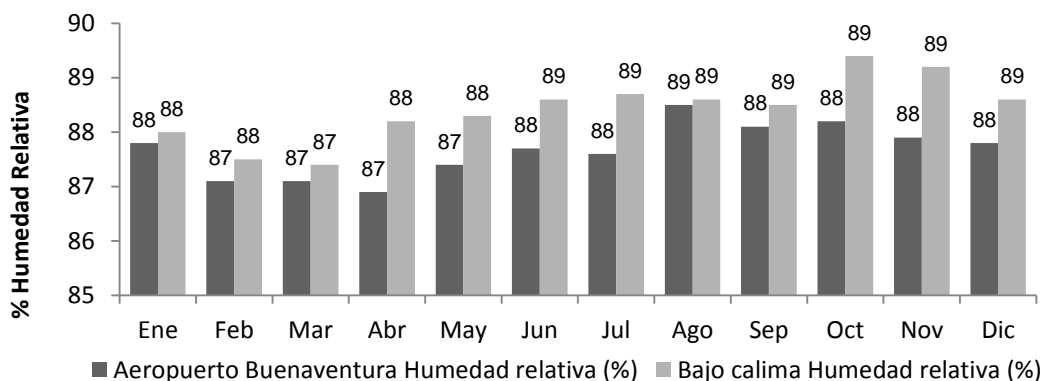


Fuente: Grupo ambiental Genivar CRA S.A.S.

4.6.4. Humedad Relativa

La humedad relativa media en la estación Aeropuerto es de 87,6% similar a la de la estación Bajo Calima con 88,4%. Estos valores están de acuerdo con la altísima pluviosidad en el área de Buenaventura. En la Figura 4.25 no se observa casi ninguna variabilidad a lo largo del año y no se dispone de estaciones con registro de humedad en la parte más seca del corredor del proyecto, pero debe disminuir a partir de Cisneros hacia la cordillera occidental en la medida de su distanciamiento con el Océano Pacífico

Figura 4.25 Valores de Humedad Relativa en el área de Buenaventura y Calima.

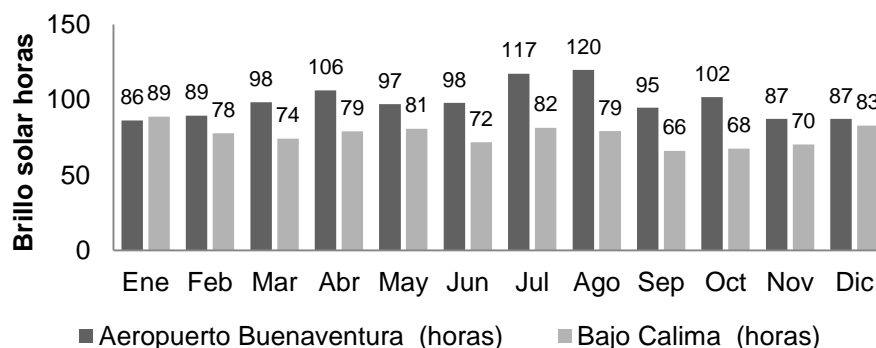


Fuente: Grupo consultor Genivar CRA S.A.S.

4.6.5. Brillo Solar

En las observaciones del fenómeno Brillo Solar se presentan totales anuales de 1184 en la estación Aeropuerto y solamente 920 en la estación Bajo Calima. Los meses de mayor luminosidad son julio y agosto (Figura 4.26). La estación Bajo Calima muestra unos totales muy parejos a lo largo del año, siendo enero el mes con un promedio ligeramente superior.

Figura 4.26 Valores de Brillo Solar en el área de Buenaventura



Fuente: Grupo consultor Genivar CRA S.A.S.

4.6.6. Zonificación Climática

En la zona de estudio se encuentran una variedad de climas que va desde el templado húmedo en las cercanías con el lago Calima hasta el cálido súper húmedo en inmediaciones con Buenaventura, donde se presentan las características típicas del Pacífico Colombiano, el cual se encuentra influenciado por la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) (Tabla 7). Esta variedad se debe básicamente a la atribución de la altura sobre la temperatura y a la relación que tiene esta con la precipitación. En el área las alturas varían entre 1600-25 msnm.

Tabla 7. Zonificación climática del corredor.

Zonificación climática	Área (ha)
Templado húmedo	49,79
Cálido árido	19,09
Cálido húmedo	16,25
Cálido súper húmedo	31,75

Fuente: Grupo consultor Genivar CRA S.A.S.

4.7. HIDROLOGÍA

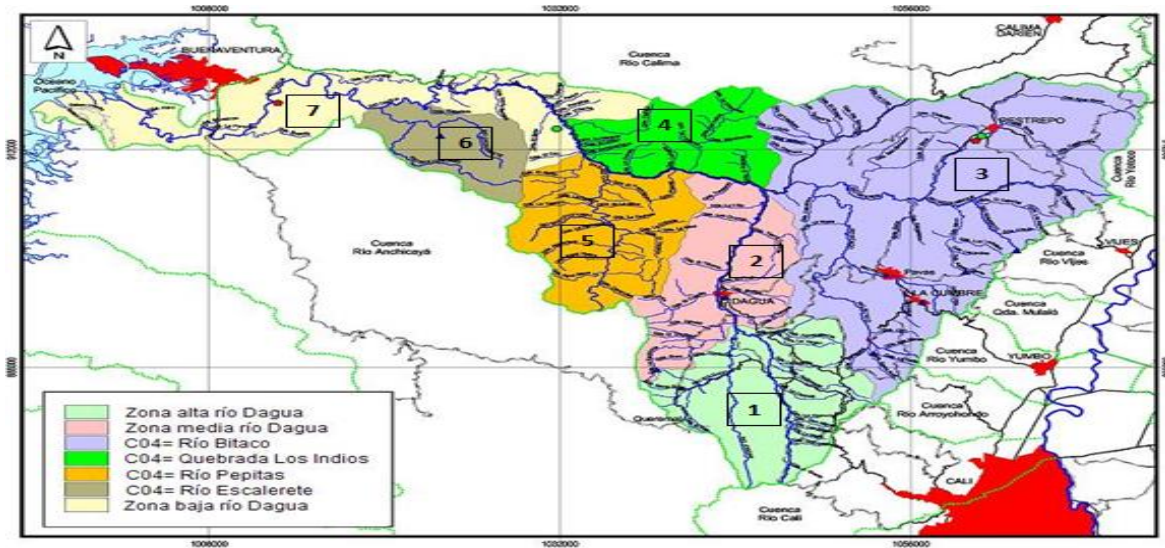
4.7.1. Identificación de la Red Hídrica del Área de Influencia

De acuerdo a la cartografía de los cuerpos hídricos que atraviesa la Línea de transmisión eléctrica Calima-Bahía se distinguieron alrededor de 29 sistemas hídricos a lo largo de la línea (Anexo D. Red hídrica del área de estudio), los cuales fueron confrontadas con visitas de campo, en donde debido al estado de los ecosistemas en termino de cantidad de agua y facilidad en el acceso para la toma de datos se caracterizaron 15 ecosistemas hídricos de importancia social, debido al uso que se les da y al servicio que ofrecen, las cuales fueron: Q. La Lora, Q. Santa Bárbara, Q. El Bosque, Q. El Tamboral, Q. El Trapiche, Q. La Chapa, Q. Los Indios, Q. La Reina, Q. La Guinea, Q. La Nevera, Q. La Delfina, Q. La Víbora, Q. Pericos, Q. Bendiciones y la quebrada La Brea.

Estas fuentes hídricas hacen parte de la cuenca del río Dagua la cual tiene un área de 1420,0 km². El Río Dagua nace en los Farallones de Cali, en la divisoria de aguas con la cuenca del Río Cali, a 2 000 msnm aproximadamente y desemboca en el océano Pacífico. En su recorrido cruza los Municipios de Dagua y Buenaventura. Su cuenca hidrográfica limita al sur con la cuenca del Río Anchicayá, al occidente con el océano Pacífico, al norte con la cuenca del Río Calima y al oriente con las cuencas de los ríos Cali, Arroyohondo, Yumbo, Mulaló, Vijes y Yotoco (CVC, 2006).

Los principales afluentes que desembocan al río Dagua son el río Jordán, río Bitaco, Quebrada Los Indios, río Pepitas y el río Escalerete. Dentro de la cuenca del río Dagua se han identificado 7 subcuencas de acuerdo a criterios Político-administrativos y de acuerdo a sus afluentes principales (Figura 4.27, CVC, 2006), las cuales son:

Figura 4.27 Ubicación de las subcuencas dentro de la cuenca del río Dagua.



Fuente: Modificado de: Grupo de Recursos Hídricos CVC, Cali, Valle del Cauca - Colombia 2006.

- 1) **Zona alta Río Dagua.** Área: 176,6 km² Comprende desde el nacimiento hasta los 1000 msnm aproximadamente.
- 2) **Zona media Río Dagua.** Área: 152,2 km² Zona en la cual confluyen corrientes menores que drenan directamente al Río Dagua.
- 3) **Subcuenca Río Bitaco.** Área: 534,44 km² Corresponde al área de drenaje del Río Bitaco y todos sus afluentes.
- 4) **Subcuenca Quebrada Los Indios.** Área: 103,6 km² Corresponde al área de drenaje de la Quebrada Los Indios e incluye corrientes menores que drenan al Río Dagua como son las quebradas El Bosque, La Reina, La Guinea, Balsitas, Sombrerillitos, Penitas, El Limón, La Nevada y Delfina.

- 5) **Subcuenca Río Pepitas.** Área: 156,3 km² Corresponde al área de drenaje del Río Pepitas e incluye corrientes menores que drenan directamente al Río Dagua, como las quebradas Jiménez y Sombrerillos.
- 6) **Subcuenca Río Escalerete.** Área: 77,4 km², Corresponde al área de drenaje del Río Escalerete y San Cipriano comprendiendo desde el nacimiento hasta la entrega en el Río Dagua.
- 7) **Zona baja Río Dagua.** Abarca un área de 219,4 km² y comprende la zona donde desemboca el Río Dagua al Océano Pacífico y en la cual confluyen corrientes menores que drenan directamente a este río.

De los 15 ecosistemas hídricos estudiados hacen parte solo de 3 subcuencas de las antes mencionadas, las cuales conforman las principales corrientes del área de influencia que cruzan el trayecto de la línea y se distribuyen de la siguiente manera:

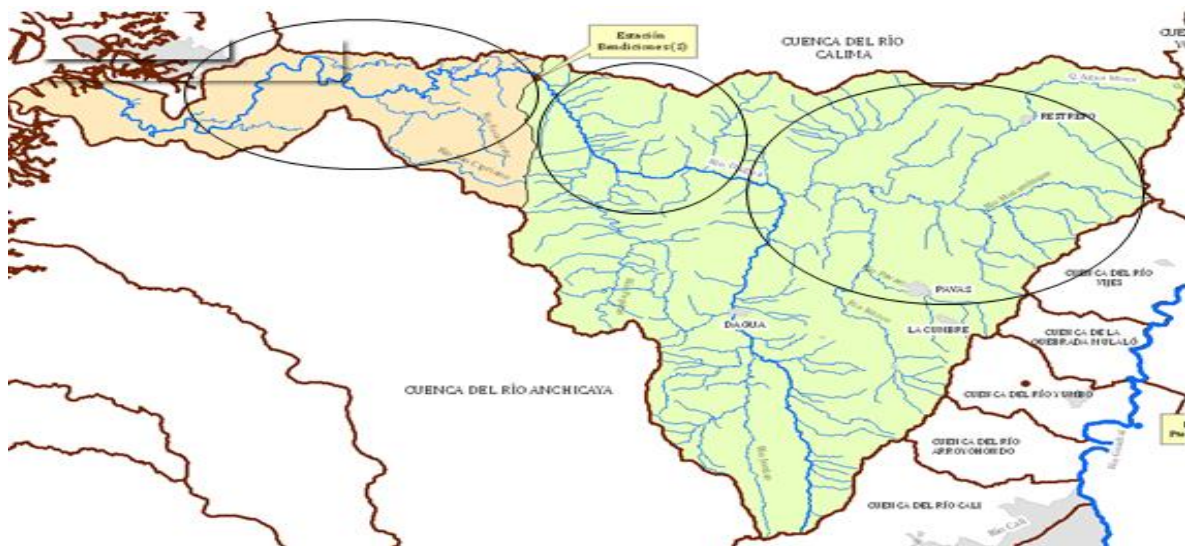
- **Subcuenca Río Bitaco (3)**, a la que pertenecen las quebradas La Lora, Q. Santa Bárbara, Q. El Bosque, Q. El Tamboral, Q. El Trapiche, Q. La Chapa con su microcuenca, la cual cubre aproximadamente un área de 1401 has, equivalente al 2,6% del total de la parte baja de la cuenca del Río Dagua, presenta un caudal de 100 lts/sg, desciende por la margen derecha del cauce del Río Dagua desde el sector del Corregimiento de Zelandia y Loboguerrero, su longitud es de 6,5 km.
- **Subcuenca Quebrada Los Indios (4)**, en donde se ubican las quebradas Los indios, Q. La Reina, Q. La Guinea, Q. La Nevera y Q. La Delfina. Cubre aproximadamente un área de 4751 has, equivalente al 8,8% del total de la parte baja de la cuenca del Río Dagua. Desciende por la margen derecha del cauce del Río Dagua desde el sector del Corregimiento de Zelandia, y a su paso recoge numerosos afluentes como las quebradas La Victoria, La Chisposa y Dosquebradas; su longitud es de 12,3 km. La microcuenca de la quebrada la Guinea cubre aproximadamente un área de 833 has, equivalente al 1,5% del total de la parte baja de la cuenca del Río Dagua. Desciende por la margen derecha del cauce del río desde el sector de las veredas La Guinea y La Reina, en el Corregimiento de Cisneros y a su paso recoge afluentes como la Quebrada La Honda. Presenta una longitud de 4,8 km.
- **Zona baja Río Dagua (7)**, Con las quebradas Q. La víbora o Vivarita, Q. Pericos, Q. Bendiciones, Q. La brea. En general los ríos de ésta parte de la cuenca aportan caudales relativamente mayores a los de la zona alta, contando en su mayoría con aguas limpias y transparentes.

La dificultad de realizar un análisis de la oferta hídrica de los cuerpos de aguas que abastecen las veredas y por donde pasa la línea de transmisión eléctrica Calima-Bahía son la ausencia de estaciones de monitoreo ambiental en estas zona, que sumado a su poco caudal y corto recorrido de los cuerpos hídricos dificultan la toma de datos, por lo que se analizaron los datos calculados para la totalidad de la cuenca del río Dagua, debido a que ofrece los datos necesarios para la caracterización.

Según estudios realizados por el grupo de Recursos Hídricos de la CVC, la cuenca del río Dagua puede ser dividida en dos zonas de acuerdo a los tipos de cobertura presente, el uso del suelo, la oferta y demanda hídrica que se da en las diferentes zonas (Figura 4.28). De esta manera se distinguen una parte alta o zona “productora”, representada por la parte alta de la cuenca del Dagua en donde se encuentra las subcuencas del río Bitaco y quebrada Los Indios, en donde se localizan la mayoría de las quebradas estudiadas; esta zona va hasta la estación Bendiciones.

La parte baja de la cuenca del Dagua corresponde a la parte “consumidora”, en donde se encuentran cuatro de las quebradas estudiadas: Q. La víbora o Vivarita, Q. Pericos, Q. Bendiciones, Q. La brea. Se hace referencia a que cuando se habla de la parte alta y baja de la cuenca, hace referencia a la división de acuerdo a los estudios de oferta y demanda realizados sobre la cuenca del Dagua y no sobre una división real de la cuenca teniendo en cuenta sus tributarios.

Figura 4.28 Ubicación de las zonas consumidora y productora de acuerdo a los estudios de Oferta y Demanda del agua de la cuenca del río Dagua, se muestran en un círculo las subcuencas muestreadas.



Fuente: Modificado de: Grupo de Recursos Hídricos CVC, Cali, Valle del Cauca - Colombia 2007.

Figura 4.29 Quebrada Limones Territorio de Cisneros.



Fuente: Genivar Grupo Consultor CRA S.A.S

En la Figura 4.29 se puede evidenciar el cambio de pendiente que tiene el cauce de la quebrada limones; formando un flujo turbulento el cual contribuye favorablemente con la oxigenación del cuerpo de agua y de igual manera, ayuda a la preservación de los ecosistemas acuáticos que se presentan en esta. También posee una vegetación idónea para la retención y acumulación de agua que en periodos secos ayuda a que la quebrada mantenga su caudal en todos los periodos del año.

Esta fuente hídrica realiza un recorrido por el territorio y desemboca en el río Dagua. Sus principales usos están en el riego de cultivos y la ganadería a pequeña escala que se presenta en el área.

Figura 4.30 Quebrada La Víbora Territorio de la Delfina.



Fuente: Genivar Grupo Consultor CRA S.A.S

En la Figura 4.30 se observa las particularidades que presenta esta Quebrada en torno a su caudal, las caídas que presenta y su continua agitación producto de turbulencia por la topografía y pendiente que presenta el cual proporciona a esta quebrada una adecuada aireación y sus estribaciones, una gran riqueza de vegetación la cual ayuda a la depuración de efluentes domésticos y de actividades agrícola y ganadera presentes en el trayecto de su cauce las cuales son vertidas directamente.

Figura 4.31 Quebrada Jiménez (a) paso por un Box Culvert y (b) después del Box Culvert, Territorio de Córdoba



Fuente: Genivar Grupo Consultor CRA S.A.S

Aguas abajo se presenta un box culvert el cual canaliza la quebrada Jiménez y de igual manera, cumple la función de muro de contención; cambia el cauce normal que presenta la quebrada.

En la Figura 4.31 (a) se observa una biopelícula, la cual nos indica la presencia de un posible factor contaminante producto de las actividades que se adelanta en el proyecto de la doble calzada Buenaventura – Buga; que afecta la biota acuática predominante, dándole una apariencia al agua con un color opaco y permitiendo con ello que bacterias se adhieran tanto a la estructura como también al material que presenta el cauce de la quebrada Jiménez. Esta biopelícula se genera antes de entrar al Box Culvert y se propaga aguas abajo como se puede corroborar en la Figura 4.31 (b).

Figura 4.32 Quebrada El Venado Territorio de Córdoba.



Fuente: Genivar Grupo Consultor CRA S.A.S

Dentro del territorio se presentan varios nacimientos que afloran en invierno y que en verano no se presentan, de poco caudal y por la topografía y relieve de la zona en ocasiones no llegan a los afluentes que en periodos secos permanecen, como la Quebrada Jiménez y El Venado. En la Figura 4.32 (a) se observa un panorama de las condiciones en las que se encuentran estas quebradas y en la Figura 4.32 (b) se ilustra los afluentes externos que alimentan a estas, haciendo que su caudal aumente.

Figura 4.33 Quebrada La Brea en el territorio la Esperanza.



Fuente: Genivar Grupo Consultor CRA S.A.S

En la Figura 4.33 (a) muestra un caudal considerable el cual es suministrado por otras fuentes de poco caudal que se encuentran a su alrededor abasteciendo y aumentan el caudal de la Quebrada La Brea. También presenta una turbulencia del agua por la presencia en el cauce de material rocoso provocando una oxigenación importante para los ecosistemas acuáticos que se presenta en la quebrada.

Figura 4.34 Quebrada Bosconia territorio la Esperanza.



Fuente: Genivar Grupo Consultor CRA S.A.S

Esta fuente presenta un caudal pequeño, con agitación y la abundante vegetación a sus alrededores proporciona condiciones de conservación y contribuyen a las características físicas y químicas de la Quebrada la Brea donde desemboca (Figura 4.34).

Figura 4.35 Quebrada La Breíta Territorio del Bajo Calima.



Fuente: Genivar Grupo Consultor CRA S.A.S

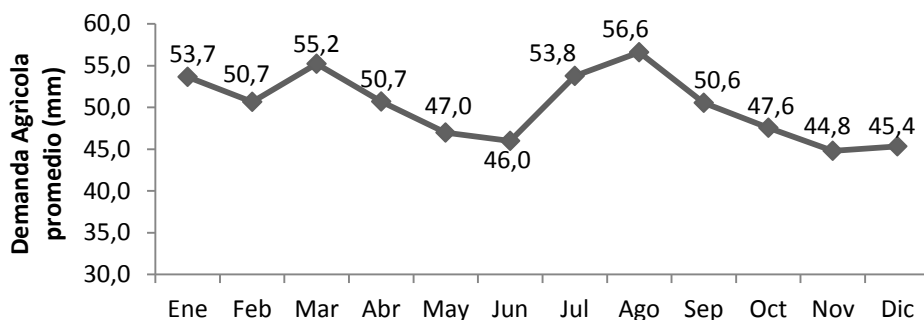
En la zona se presentan fuentes pequeñas y de poco caudal como la Quebrada del Medio que alimentan la Quebrada la Breíta (Figura 4.35) y esta a su vez a la quebrada la Brea aguas abajo del trayecto de la línea.

4.7.2. Usos Aguas Arriba y Abajo del Proyecto

El uso de agua en general, representa su volumen, expresado en miles de metros cúbicos, utilizado por las actividades socioeconómicas en un espacio y tiempo determinado para planificar su uso sostenible y corresponde a la sumatoria de las demandas sectoriales (IDEAM, 2010): Demanda para uso agrícola, uso industrial, doméstico y ambiental.

Demanda de agua por uso agrícola. La demanda de agua para uso agrícola está representada por el consumo de agua que generan los cultivos de plantas y la cría de animales de todo tipo. En términos generales la cuenca del río Dagua presenta una demanda hídrica con fines agrícolas de 50,2 mm/año o 531,5 m³/año, alcanzando los mayores valores en los meses de Enero a Marzo y de Julio a Septiembre y los menores valores en los meses de Mayo a Junio y de Septiembre a Diciembre (Figura 4.36). Para los cálculos de la demanda agrícola en la cuenca solo se tomaron las coberturas de los cultivos semipermanentes y transitorios y pastos de corte, sin tener en cuenta la demanda del recurso hídrico para consumo animal (CVC, 2007).

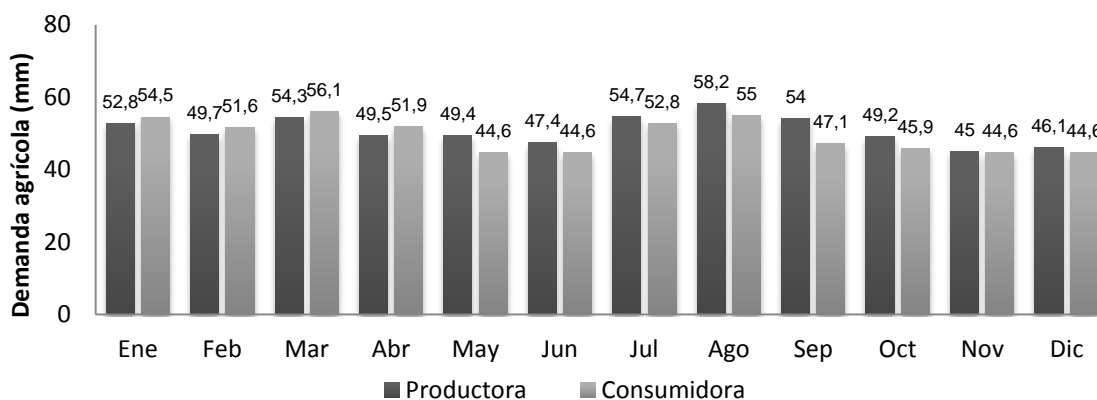
Figura 4.36 Demanda de agua promedio de las actividades agrícolas desarrolladas sobre cuenca del río Dagua.



Fuente: Modificado de Balance de oferta y demanda cuenca del Dagua, (CVC, 2007).

Con respecto a la distribución de las demandas entre la parte alta llamada también zona productora y la parte baja llamada zona consumidora se puede notar que la mayor demanda del recurso hídrico para uso agrícola se da en la zona productora debido principalmente a que en ésta zona se presenta una menor pluviosidad y una mayor evapotranspiración, lo que incrementa los requerimientos de agua para sostener los cultivos, lo que no pasa en la parte consumidora debido a que presenta una mayor cantidad de lluvias debido a la influencia de la costa Pacífica, además de que sus coberturas vegetales están mejor conservadas, constituyéndose principalmente de bosques naturales.

Figura 4.37 Demanda de agua por uso agrícola en la zona Productora y consumidora de la cuenca del río Dagua.



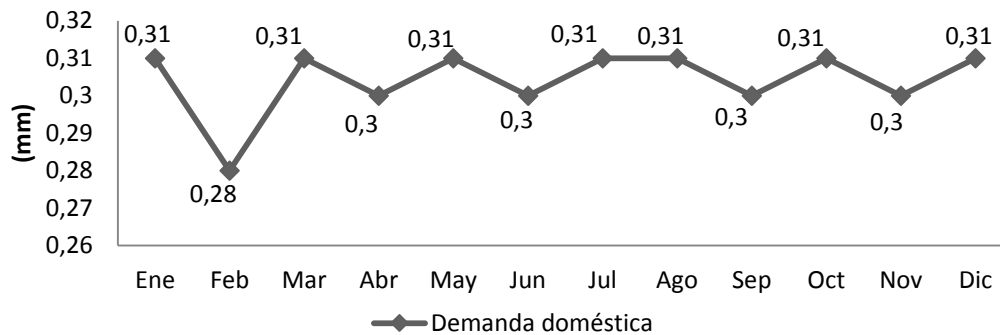
Fuente: Modificado de Balance de oferta y demanda cuenca del Dagua, (CVC, 2007).

El comportamiento de la demanda hídrica en las diferentes zonas presenta el mismo comportamiento, aumentando en el primer trimestre debido a que es temporada de baja pluviosidad y disminuye en el último trimestre en temporadas de alta pluviosidad (Figura 4.37).

Demanda Doméstica. La demanda de agua para uso doméstico presenta un requerimiento anual para la cuenca del río Dagua de 3,7 mm con un promedio mensual de 0,3 mm. Estos valores de demanda fueron calculados para las cabeceras municipales del río Dagua como Restrepo, Dagua, y algunos acueductos veredales, utilizando los datos suministrados por Censos del DANE (2005) y proyectados para el 2007. La demanda de agua para uso doméstico se calculó teniendo en cuenta un porcentaje de la demanda de las cabeceras, teniendo en cuenta que la dotación para la zona rural y la cabeceras por habitante es de 0,2 m³/s (200 L/s) se ha calculado una demanda para todas las veredas de 0,12058 m³/s (120,58 L/s), que equivale a 0,22 mm/mes.

En cuanto a la variación de la demanda de agua, esta no fluctúa significativamente en los diferentes meses (Figura 4.38), debido principalmente que está sujeta a las costumbres comportamentales, siendo las variaciones en el consumo más marcadas en el ciclo diario.

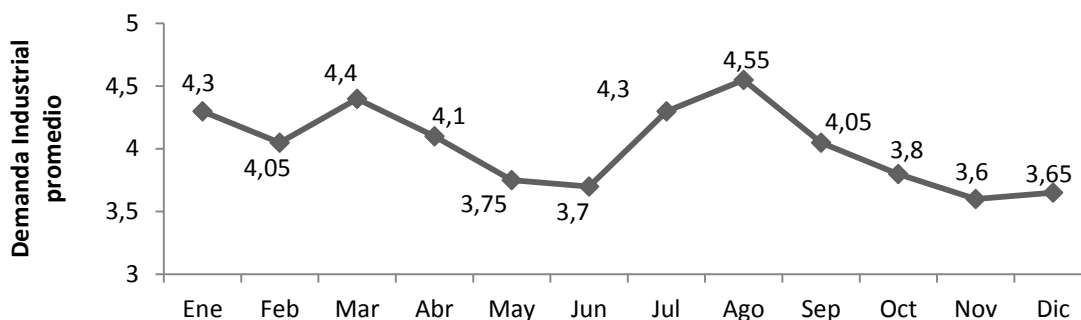
Figura 4.38 Demanda de agua promedio de las actividades domésticas desarrolladas sobre la cuenca del río Dagua



Fuente: Modificado de Balance de oferta y demanda cuenca del Dagua, (CVC, 2008).

Demanda Industrial. En cuanto a la demanda de agua estimada para uso industrial, hay poca información sobre el consumo del recurso en las diferentes industrias que se desarrollan en la cuenca del río Dagua. Debido a esto, se ha estimado la demanda como el 8% de la demanda por uso agrícola, por lo cual, la demanda industrial presenta el mismo comportamiento que ésta (Figura 4.39); en términos generales la utilización de agua por las industrias establecidas sobre la cuenca del Dagua presenta un consumo anual total de 96,1 mm/año.

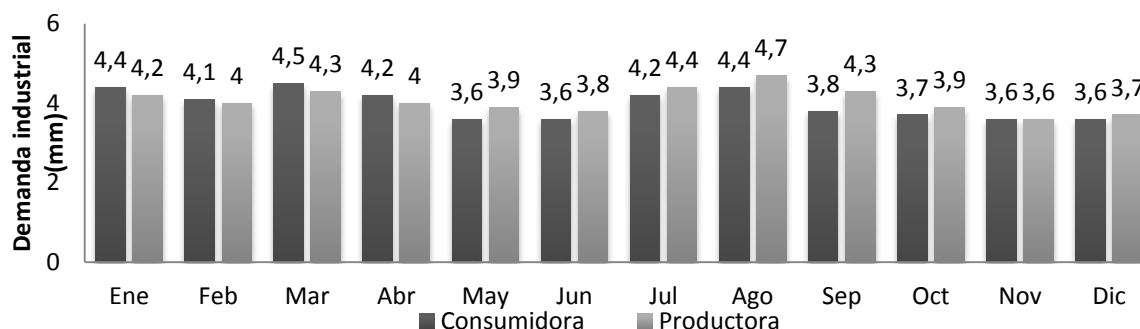
Figura 4.39 Demanda de agua promedio de las actividades Industriales desarrolladas sobre cuenca del rio Dagua.



Fuente: Modificado de Balance de oferta y demanda cuenca del Dagua, (CVC, 2007).

Como se dijo con anterioridad, el comportamiento de la demanda industrial presenta el mismo comportamiento de la agrícola, alcanzando sus mayores valores en el mes de Marzo en la zona consumidora y 4,7 mm el mes de Agosto en la zona productora (Figura 4.40).

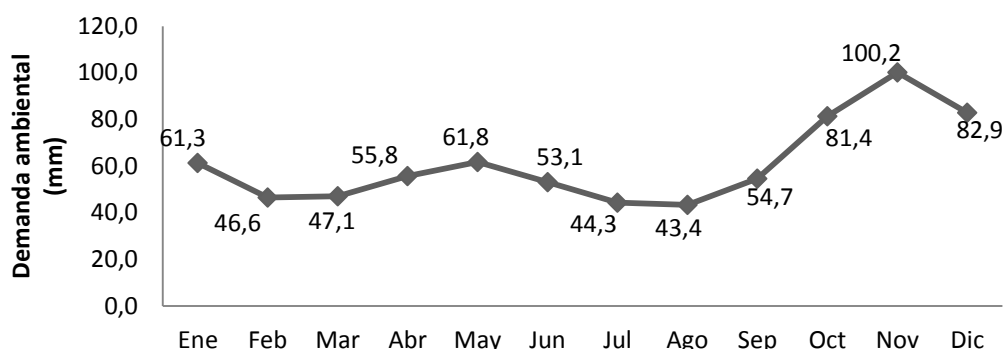
Figura 4.40 Demanda de agua por uso Industrial en la zona Productora y consumidora en la cuenca del rio Dagua



Fuente: Modificado de Balance de oferta y demanda cuenca del Dagua, (CVC, 2007).

Demanda Ambiental. La demanda ambiental hace referencia al mínimo caudal necesario para que se lleven a cabo las funciones normales del ecosistema acuático, como mantenimiento de los procesos físicos-químicos y biológicos (Dyson *et al*, 2003). Se ha estimado que el caudal necesario para el mantenimiento de la demanda ambiental esta entre el 10%-30% del caudal medio mensual multianual más bajo registrado. En el estudio se estimó con el 20% del caudal registrado en el punto de aforo de la estación Bendiciones en cada uno de los meses. En este caso el caudal ambiental en el año 2007 estuvo en un rango de 43,4 mm en el mes de Agosto a 100,2 mm en el mes de Noviembre con un requerimiento anual de 732,5 mm y un promedio mensual de 61 mm (Figura 4.41).

Figura 4.41 Demanda de agua ambiental promedio desarrolladas sobre cuenca del rio Dagua.



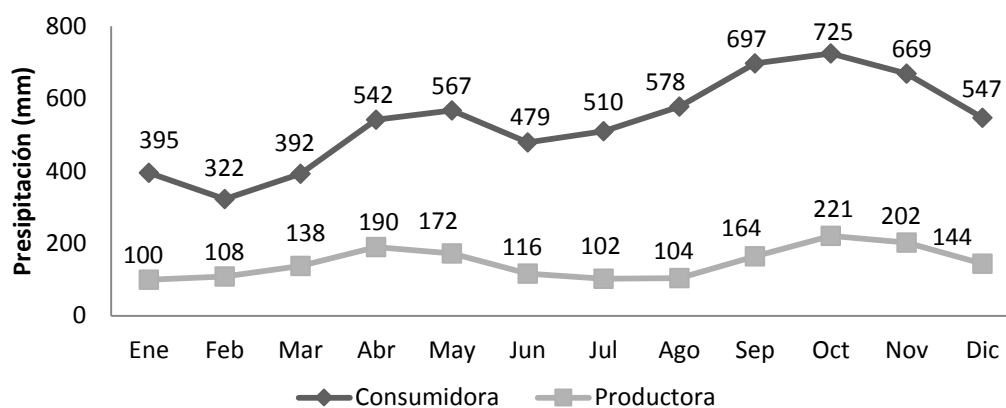
Fuente: Modificado de Balance de oferta y demanda cuenca del Dagua, (CVC, 2008)

4.7.3. Oferta de Agua

La cuantificación de la oferta de agua se basa en la dinámica y los procesos que se dan en el ciclo hidrológico, que determinan en un espacio y un periodo dados la disponibilidad de agua en cada una de las fases fundamentales del ciclo: precipitación, evapotranspiración real, almacenamiento en el suelo y la vegetación y escorrentía superficial y subterránea (IDEAM, 2010). Por otra parte hay que tener en cuenta conceptos fundamentales como la oferta total y neta. La primera corresponde al volumen total generado, sin tener en cuenta factores de reducción, en este caso dado principalmente por la precipitación, y la segunda, la oferta neta, que es el agua que queda disponible después de llegar a tierra y pasa por todos los factores de reducción, en otras palabras es el agua de escorrentía que llega a las fuentes hídricas, teniendo en cuenta el volumen mínimo disponible que debe fluir por los cauces para el sostenimiento de los ecosistemas (Dyson *et al*, 2003). Con esta última oferta y su relación con otros factores, se estiman las condiciones de sostenibilidad del recurso hídrico.

Precipitación (Oferta total). Como se mencionó con anterioridad, la precipitación es la principal fuente de agua y corresponde a la oferta neta, la cual se puede calcular por métodos volumétricos o por medio de cartografía teniendo en cuenta los diferentes datos de las estaciones pluviométricas ubicadas sobre la cuenca, en este caso para el cálculo de la pluviosidad sobre la cuenca del Dagua para la temporada de 2007, se utilizó el método de isoyetas, determinando que el régimen hídrico es unimodal, esto es que entre las temporadas de alta y baja pluviosidad no hay mucha diferencia, esto es por efecto de las corrientes térmicas que vienen del océano pacifico, lo que homogeniza un poco las condiciones del clima. En este caso y como ya se ha mencionado la temporada de mayor cantidad de lluvias va de Septiembre a Noviembre, y disminuye hacia el primer trimestre del año (Meses de Enero-Marzo) (Figura 4.42). Hay diferencias entre los regímenes de pluviosidad entre la zona productora y consumidora, presentando los mayores valores la zona de la cuenca baja del rio Dagua clasificada como consumidora, con incluso el doble de los valores de precipitación de la zona productora.

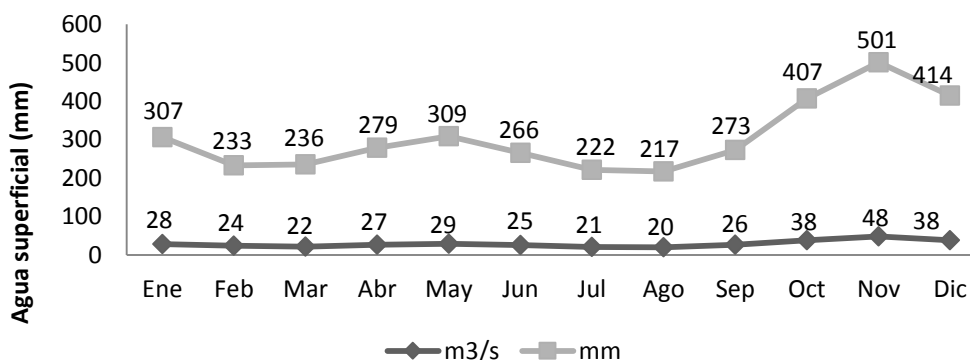
Figura 4.42 Oferta de agua promedio por precipitación sobre cuenca del río Dagua en la zona consumidora y productora.



Fuente: Modificado de Balance de oferta y demanda cuenca del Dagua, (CVC, 2008).

Agua superficial (Oferta neta). Del total de agua precipitada en las temporadas de lluvia, una gran parte se evapora, otra parte es absorbida por las plantas, otra parte se infiltra y solo una pequeña porción se escurre y es utilizable para las distintas actividades que demandan consumo de agua lo que equivale a la oferta neta (Dyson *et al*, 2003, IDEAM, 2010). Los datos presentados fueron tomados en la estación Bendiciones y constituyen al caudal medio mensual obtenido por el promedio diario de 1982-2006. La oferta superficial neta presenta un promedio de 29 mm/mes o 305 m³/mes y un aporte total anual de 346 mm/año o 3 663 m³/año. Como es de esperarse se presenta mayor régimen de escorrentía en épocas de alta pluviosidad (Figura 4.43).

Figura 4.43 Oferta de agua promedio por escorrentía sobre cuenca del río Dagua.



Fuente: Modificado de Balance de oferta y demanda cuenca del Dagua, (CVC, 2008).

La pluviosidad del Municipio de Buenaventura está en un rango de 40 00 - 60 00 mm con valores que alcanzan los 7 672 mm (EIA del puerto de Buenaventura, 2005) y presenta escorrentías que fluctúan entre 3 000 y 4 000 mm (Domínguez *et al*, 2008), de acuerdo a los estudios desarrollados sobre el territorio Colombiano, la demanda de agua sobre la zona de interés es de aproximadamente 26 - 85 m³ 10⁶/Año, (IDEAM, 1998). La oferta hídrica

superficial neta sobre la región del Pacífico es de 440 km³/Año, el índice de escasez (IE) calculados en el estudio de Oferta-Demanda y el índice de escasez para las regiones de Colombia muestra que la oferta es superior a la demanda en cuanto el valor del IE en temporada de humedad normal y de sequía para la zona no es significativa (Domínguez *et al*, 2008). Sin embargo y teniendo en cuenta los pocos estudios desarrollados sobre la región de Buenaventura estos valores podrían cambiar, ya que los problemas relacionados con las intervenciones antrópicas afectan de manera significativa la disponibilidad de agua utilizable tanto para el consumo, como para la industria y las actividades agrícolas. En cuanto al índice de aridez para la cuenca del Pacífico, éste es menor a 0,15, lo que indica que hay un alto excedente de agua para la región (IDEAM, 2010). El índice de presión utilizado como un indicativo de la relación oferta/demanda según el estudio del Agua por Departamentos en Colombia cualifica la presión sobre el recurso como medio-bajo (IP= 120-244).

Como ya se mencionó, la corriente con mayor oferta superficial del departamento del Valle del Cauca es el río Dagua con 28,86 m³/s y la demanda se encuentra sobre los 6,18 m³/s, por lo tanto la presión ejercida por la demanda tan alta es no significativa.

Aguas Subterráneas.

Según el Estudio nacional del agua (IDEAM, 2010), el municipio de Buenaventura se agrupa dentro de la provincia hidrogeológica de Tumaco de la cual menciona que: *“Las provincias hidrogeológicas abarcan el 74% de la extensión total del territorio nacional. Sin embargo, 51% de esta superficie corresponde a las cuencas de la Orinoquia (Llanos Orientales), la Amazonía (Vaupés-Amazonas y Caguán-Putumayo) y la Costa Pacífica (Tumaco y Chocó), que por sus altos rendimientos hídricos superficiales y por el bajo porcentaje de población asentada en su territorio no han requerido de este recurso para suplir necesidades de abastecimiento”*

El resto del recorrido (Dagua, Restrepo y Calima) se sitúa sobre áreas de basamento y acuíferos, donde se esperarían recursos subterráneos limitados para su explotación. Por las razones expuestas, porque la guía del MADS para proyectos de transmisión eléctrica no contempla como impacto la afectación de fuentes subterráneas y por las características de diseño y construcción del proyecto eléctrico (los acuíferos se verían afectados si tuviera que realizarse excavación profunda para soportar las estructuras, pero eso tiene que ver con la capacidad portante del suelo) se considera que este ítem aplica para otras zonas.

4.7.4. Balance Precipitación – Demanda de Agua por Uso del Suelo.

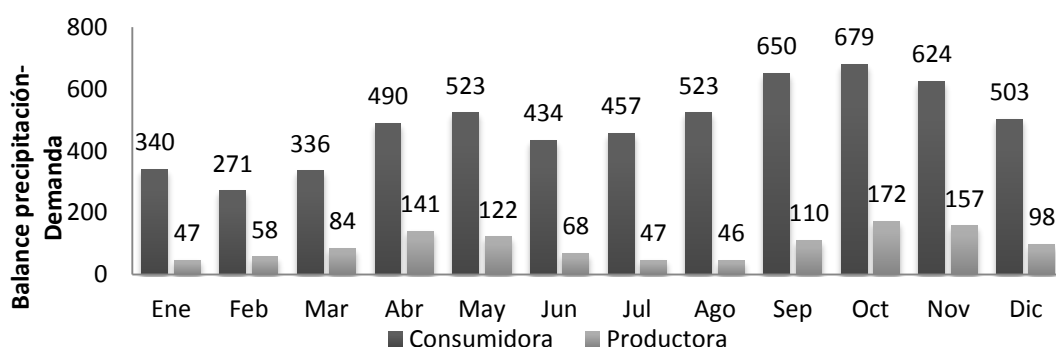
En este punto se describen los criterios, estimativos y análisis de las relaciones entre el agua potencialmente necesaria para cubrir las necesidades de la población y las actividades productivas en relación con el agua disponible (IDEAM, 2010).

Como se puede apreciar en la Figura 4.44, en la zona consumidora se presenta un mayor balance de agua entre la oferta disponible y la demanda del agua de la comunidad, esto influenciado por la alta pluviosidad de la zona y la poca demanda que se da principalmente dominada por el uso doméstico e industrial. En la zona alta o productora el balance es menor debido a la mayor demanda de agua para uso agrícola que es la actividad que más demanda recurso.

El balance total para la cuenca del río Dagua y las subcuenas y microcuenas tributarias está en un promedio de 291 mm para toda la zona, con un máximo promedio de 486 mm/mes en la zona consumidora y un mínimo de 96 mm para la zona productora (Figura 4.44). Se puede notar la gran diferencia entre los valores evidenciando la necesidad de un plan adecuado de gestión del recurso hídrico en la cuenca especialmente en la parte alta.

Como lo dicho anteriormente sobre la cuenca y especialmente en la zona baja no se presenta déficit de agua debido a las elevadas precipitaciones, por lo tanto se puede concluir que la precipitación media suple todos los requerimientos de la zona agrícola, industrial, doméstica y no afecta la oferta ambiental.

Figura 4.44 Balance entre la oferta y la demanda de agua por uso del suelo en la zona productora y consumidora sobre la cuenca del río Dagua.

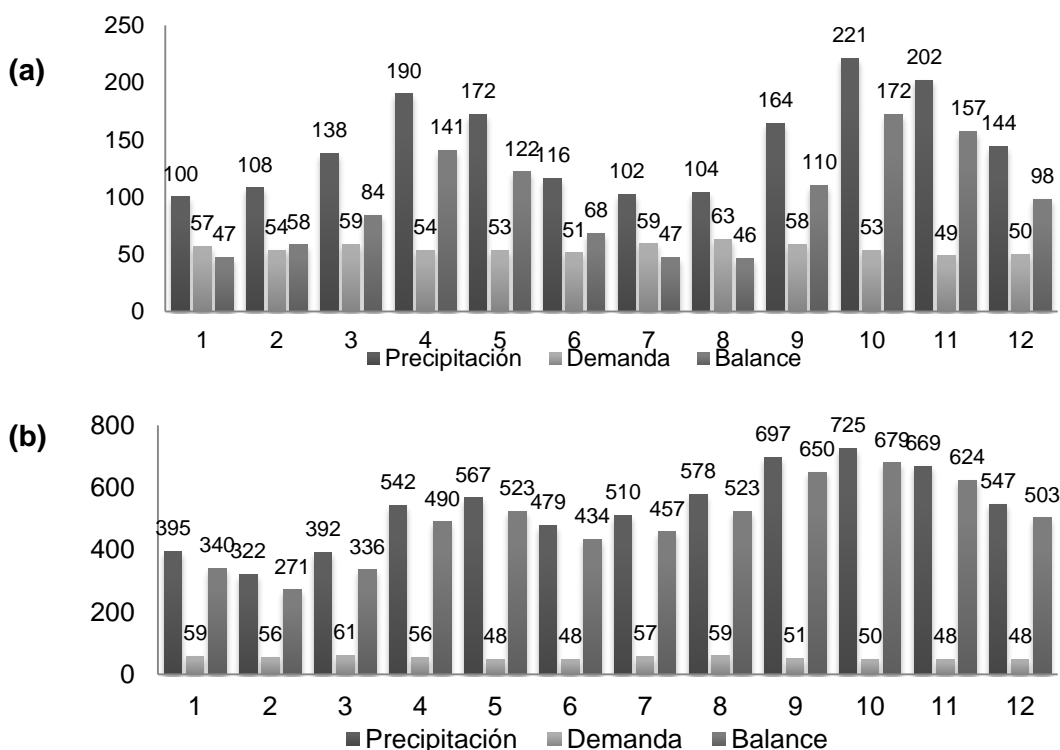


Fuente: Modificado de Balance de oferta y demanda cuenca del Dagua, (CVC, 2008).

Relacionando las características de la oferta y la demanda en cada zona (Figura 4.45 (a) y (b)), se puede evidenciar que el bajo balance en la zona productora se debe a que el uso del suelo principalmente está conformado por pasturas y cultivos, los cuales necesitan para mantener una producción constante un buen sistema de riego, que sumado con las menores precipitaciones y mayor consumo y evapotranspiración, aumenta la demanda de agua disminuyendo el Balance, lo cual afecta negativamente la disponibilidad de agua para otros tipos de actividades.

Esto puede afectar de manera negativa el desarrollo económico de la zona ya que el agua es un recurso que promueve el desarrollo y la calidad de vida. Lo contrario ocurre en la zona productora en donde la disponibilidad del recurso agua es un factor impulsador de desarrollo.

Figura 4.45 Balance de agua promedio por precipitación y uso del suelo. (a) Zona consumidora y (b) zona productora.



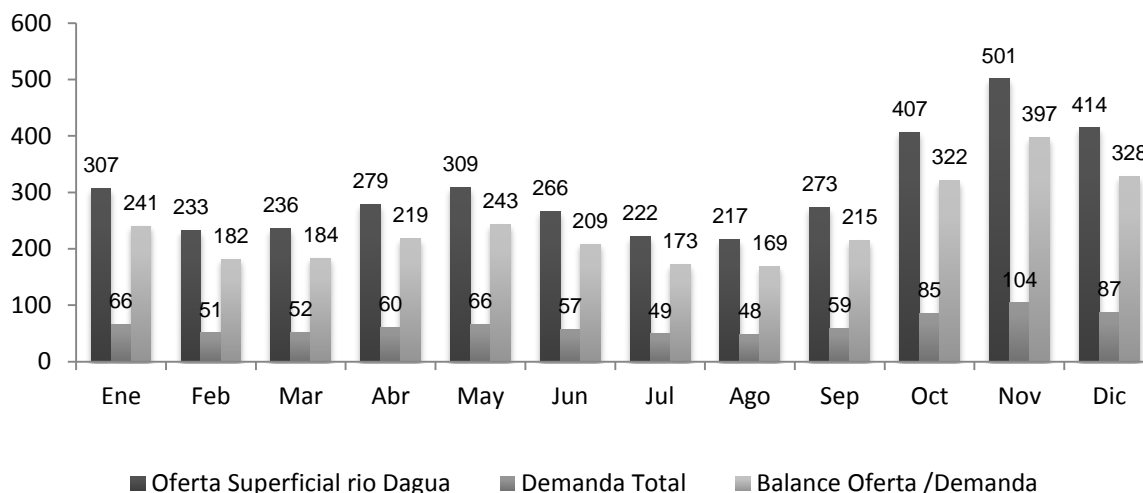
Fuente: Modificado de Balance de oferta y demanda cuenca del Dagua, (CVC, 2007).

4.7.5. Balance Oferta Superficial – Demanda de Agua Total

El balance hídrico se basa en la ley física universal de conservación de masas y representa una de las herramientas de mayor uso en la práctica hidrológica; expresa la equivalencia entre los aportes de agua que entran por un lado en una unidad hidrográfica determinada y la cantidad de agua que se evacua por el otro, considerando además las variaciones internas en el almacenamiento de humedad ocurridas durante un periodo de tiempo determinado (IDEAM, 2010). Los balances hídricos, tanto globales como regionales permiten determinar la disponibilidad hídrica natural de las áreas en consideración y conocer el comportamiento de la oferta de agua, bien sea superficial o subterránea, a través del estudio de las diferentes fases del ciclo hidrológico, teniendo en cuenta tanto las entradas de agua como las salidas de la misma (Demandas, evaporación, infiltración).

La Figura 4.46 muestra un resumen general de la oferta de agua dentro de la cuenca del río Dagua y las salidas en términos de demanda, evidenciando el balance que en términos sencillos es el agua que queda disponible de las corrientes superficiales después de captar la cantidad utilizada en agricultura, industria, uso doméstico y dejando la demanda ambiental, llamada también caudal ecológico. Como conclusión podemos decir que el caudal del río Dagua es suficiente para sostener todas las demandas debido a que la gran mayoría de los meses presenta excedentes de agua según la gráfica de balances (Figura 4.46).

Figura 4.46 Balance oferta de agua superficial-demanda total de la cuenca del río Dagua.



Fuente: Modificado de Balance de oferta y demanda cuenca del Dagua, (CVC, 2008).

4.7.6. Índice de Escasez

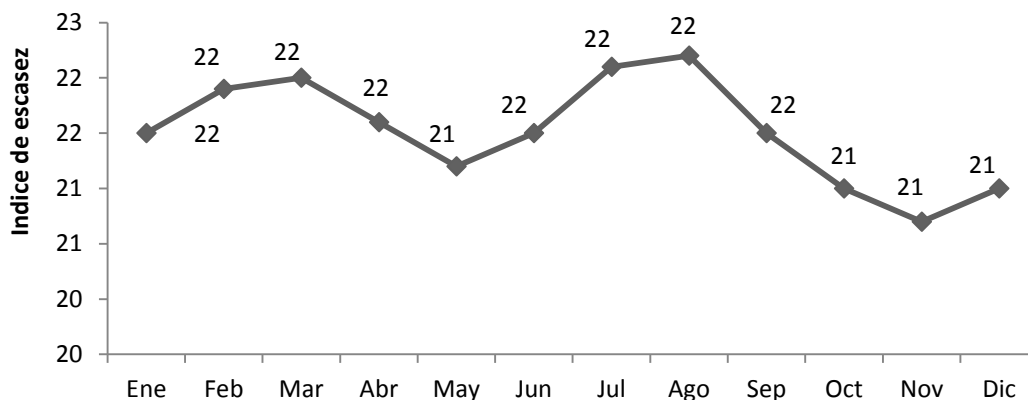
El índice de escasez es la relación entre la oferta superficial y la demanda total de agua en una región ó área de análisis, este cálculo se tomó de los balances oferta - demanda de agua superficial actualizados a 2007, realizados por el Grupo de Recursos Hídricos de la CVC.

Resultados del índice de Escasez por Cuencas Hidrográficas del Valle del Cauca. Las cuencas hidrográficas del Valle del Cauca en general presentan un índice de escasez que varía de medio-alto a alto, con mayor incidencia en la valoración alta, pues 23 de las cuencas cuentan con un índice de escasez mayor a 50%, es decir, estas cuencas hacen uso de la oferta disponible hasta prácticamente agotarla, 16 cuencas se clasifican en escala de valor medio - alto, en las cuales se evidencia la urgencia de planes de ordenación de la oferta y la demanda; solamente una cuenca presenta nivel de presión medio, es decir, en esta cuenca la disponibilidad del recurso se está convirtiendo en limitador del desarrollo.

Las cuencas con categorización alta son debidas a los altos valores de demanda, especialmente agrícola haciéndose necesario implementar planes de ordenamiento en las cuencas en torno a la oferta y la demanda, ya que esta situación revierte en la limitación del desarrollo de las cuencas. La corriente con mayor oferta superficial es el río Dagua con 28,86 m³/s. La cuenca con mayor valor de demanda es la cuenca del río Amaime, con un promedio anual de 8,61 m³/s, seguida de la cuenca del río Dagua (6,18 m³/s), aclarando que los ríos Dagua, La Vieja, Bugalagrande y Riofrío poseen una oferta superior a los 10 m³/s, por lo tanto la presión ejercida por la demanda tan alta es no significativa (Figura 4.47).

Las cuencas valoradas con nivel medio-alto de presión corresponden a las cuencas en donde la explotación agrícola no es predominante, como son Calima, Mediacanoa, Timba, Guachinte, Claro, Cali y Dagua. Cuando los límites de presión exigen entre el 20 % y el 40% de la oferta hídrica disponible es necesario el ordenamiento tanto de la oferta como de la demanda. Es necesario asignar prioridades a los distintos usos y prestar particular atención a los ecosistemas acuáticos para garantizar que reciban el aporte hídrico requerido para su existencia, necesitando inversiones para mejorar la eficiencia en la utilización de los recursos hídricos.

Figura 4.47 Índice de escasez calculado para la cuenca del río Dagua.



Fuente: Modificado de Balance de oferta y demanda cuenca del Dagua, (CVC, 2007).

4.7.7. Determinación de la Calidad de las Fuentes Superficiales Cercanas al Proyecto.

Como fuentes de contaminación del recurso se encontraron principalmente la extracción de materiales de arrastre de los ríos que produce resuspensión de los sedimentos finos del fondo de los ríos los cuales son arrastrados y depositados en zonas calmadas. Este problema se presenta principalmente en el río Dagua donde la extracción de gravas del lecho del río incrementa el nivel de sedimentos que el río deposita en la bahía, la actividad minera que está adicionando a los cuerpos de agua elementos tóxicos para los organismos acuáticos y la salud humana. De igual manera la fumigación de cultivos con sustancias químicas como insecticidas y fungicidas. Además se encuentra el vertimiento directo de aguas servidas provenientes de actividades agrícolas y domésticas en los sitios como en las veredas de Dagua y Restrepo donde no se cuenta con servicio de alcantarillado.

- **Según la RAS 2000, Título C.**

De las siete subcuencas caracterizadas, la quebrada Los Indios presenta un valor considerable de DBO₅, indicando la presencia de materia orgánica producto de un posible vertimiento de aguas residuales; por lo cual y según la clasificación de los niveles de calidad presente en el título C del RAS 2000, esta fuente obtiene una calificación muy deficiente y requiere tratamiento convencional y otros específicos.

De acuerdo a la clasificación de los niveles de calidad de las fuentes de abastecimiento en función de unos parámetros mínimos de análisis físico- químico y microbiológico que presenta la RAS 2000 en su título C, se puede decir que de las siete (7) fuentes hídricas analizadas, seis (6) tiene un nivel de calidad regular y requieren tratamiento.

- **Según Resolución 2115 de 2007.**

Según los resultados de los análisis físico-químicos de las fuentes muestreadas, los cuales se ilustran en la Tabla 8 y los valores máximos aceptables para las aguas de consumo humano, resolución 2115 de 2007; la cual se tomó como un referente, los parámetros turbiedad, hierro total, coliformes totales y fecales, presentaron variaciones en algunas de las fuentes, por lo cual se puede decir que:

De las siete subcuencas caracterizadas, las quebradas La Lora, La Delfina, Bendiciones y El aguacate, no cumplen con el valor máximo aceptable para el parámetro de coliformes fecales para consumo humano, 0 UFC/100ml; esto es producto de los vertimientos de aguas domésticas y aguas negras provenientes de las actividades agrícolas y ganaderas que poseen las zonas donde se encuentran estas quebradas y como lo corroboran los valores de DQO ilustrados en la Tabla 8.

Para el parámetro, Hierro Total, las quebradas La Lora, La Chapa, Pericos, Bendiciones y El aguacate no cumplen con el valor máximo aceptable, el cual es de 0,3 mg/L; mientras que para el parámetro turbiedad, las quebradas Bendiciones y El Aguacate, debido a las elevadas lluvias y altas precipitaciones las cuales generan arreste superficial de sedimentos y si se sumada a esto, las actividades de minería, hacen que estas fuentes no cumplan con el valor máximo aceptable, 2 NTU. La única fuente hídrica caracterizada que cumple con los valores de; turbiedad, Hierro Total Nitratos, Nitritos, cloruros, Conductividad Eléctrica, Dureza Total, pH, Magnesio, Calcio, Alcalinidad Total y Coliformes Fecales y totales, es la quebrada Los Indios.

Tabla 8. Resumen de los parámetros Físico-químicos de las fuentes hídricas.

PARAMETROS	FUENTES HÍDRICAS						
	Quebrada La Lora	Quebrada La Chapa	Quebrada Los Indios	Quebrada La Delfina	Quebrada Pericos	Quebrada Bendiciones	Quebrada El Aguacate
Sólidos Disueltos Totales (mg/L)	63	112	54	34	15	10	14
Ácidos Total (mg/L)	4	4	4	4	6	6	8
Fósforo Total (mg/L)	0,01	0,03	0,02	0,1	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Oxígeno Disuelto (mg/L)	7,64	8,02	8,32	8,33	8,29	8,09	7,77
Alcalinidad Total (mg/L)	43,5	118,6	51,4	35,6	19,8	15,8	11,8
Amonio (mg/L)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,12
(DQO)	33,2	38,1	36,7	45,21	41,19	39,6	49,8
(DBO5)	3,5	3,9	19,4	3,7	3,9	4,6	2,6
Calcio (mg/L)	20,8	35,8	3,1	11,9	5,9	4,5	5,9
Magnesio (mg/L)	3,6	11,8	3,6	2,7	0,9	0,9	2,7
Coliformes Totales (UFC/100 ml)	10	2	0	3	2	20	10
Coliformes Fecales (UFC/100 ml)	2	0	0	12	0	7	2
pH	8,1	8,6	8,3	8,1	7,6	7,4	6,8
Temperatura Ambiente (°C)	23,1	27,3	27,1	25,3	26,7	27,6	25,4
Temperatura Agua (°C)	17,4	21,3	20,7	22,2	22,5	23,6	25,3
Dureza Total (Mg/L)	67	137,8	59,6	40,9	18,6	14,9	26,1
Conductividad eléctrica (Microsiemens/cm)	131,9	235	115,4	71,9	32,5	21	30,4
Cloruros (mg/L)	2,7	1,3	1,3	2,7	1,3	2,7	2,7
Nitritos (mg/L)	0,07	0,08	0,02	0,03	0,04	0,02	0,06
Nitratos (mg/L)	1,7	1,6	1,5	1,3	1,1	1	1,1
Hierro Total (mg/L)	0,89	0,35	0,17	0,12	2,9	1,22	1,15
% De Saturación de Oxígeno Disuelto	79	94,1	93,69	94,3	93,88	93,4	92,94
Turbiedad NTU	0,62	0,43	0,47	0,2	0,42	3,01	7,52
Dióxido De Carbono (mg/L)	8,8	2,2	4,4	6	6,6	4,4	6,6

Fuente: Elaboración propia

- **Según el Índice de Calidad del Agua (ICA).**

Según la metodología para el cálculo del índice de calidad del agua ICA y los resultados de los parámetros citados anteriormente, se calcularon los subíndices para cada uno de ellos y con base en estos, se determinó el ICA –NSF.

Los resultados de cada uno de los subíndices y el valor del ICA –NSF de las siete fuentes caracterizadas se presentan en la Tabla 9.

Tabla 9. Calculo de los subíndices y el ICA –NSF

Fuentes Muestreadas	Valores de los Subíndices									ICA	
	I _{Temp}	I _{pH}	I _{OD}	I _{Turb}	I _{PO₄⁻³}	I _{NO₃⁻²}	I _{DBO5}	I _{ST}	I _{Coli Fec}	Valor del ICA	Clasificación de las corrientes
Q. La Lora	5,0	79,3	6,2	94,5	100,0	81,3	67,0	84,8	87,5	40,8	Mala
Q. La Chapa	5,0	62,6	6,4	94,9	100,0	81,6	64,2	83,8	100,0	40,4	Mala
Q. Los Indios	5,0	73,0	6,5	94,8	100,0	82,0	12,1	84,6	100,0	34,9	Mala
Q. La Delfina	5,0	79,3	6,5	95,3	100,0	82,7	65,6	83,8	64,4	39,2	Mala
Q. Pericos	5,0	90,6	6,5	94,9	100,0	83,4	64,2	82,6	100,0	42,4	Mala
Q. Bendiciones	5,0	92,7	6,4	90,2	100,0	83,7	59,5	82,3	71,2	39,8	Mala
Q. El Aguacate	5,0	89,2	6,3	82,7	100,0	83,4	73,9	82,6	87,5	41,4	Mala

Fuente: Elaboración propia.

Según los valores del ICA-NSF y teniendo en cuenta la clasificación del “ICA” propuesto por BROWN, se tiene que las siete (7) fuentes hídricas muestreadas obtuvieron un Índice de Calidad del Agua mala (Tabla 9).

4.8. COMPONENTE ATMOSFÉRICO

El proyecto se desarrolla por la margen derecha del río Dagua, en la parte alta de la montaña, donde las actividades que se desarrollan son de tipo agrícola artesanal.

Durante el recorrido de campo, no se evidenciaron fuentes fijas como industrias o procesos con algún tipo de maquinaria, ni móviles (los accesos a las veredas son por senderos estrechos por los cuales solo transitan caballos y personas a pie), además son zonas con una densidad poblacional muy baja debido a su carácter rural.

En la construcción de la línea las emisiones de CO₂, CO y SO_x serán mínimas ya que la única maquinaria de combustión es el malacate en la izada del conductor y maquinaria liviana como mezcladores u ocasionalmente plantas eléctricas.

Por estas razones se considera que en términos cualitativos, la calidad del aire y ruido ambiental son buenas y un estudio de este tipo aplicaría para otras zonas en donde se encuentren procesos y actividades que impacten de manera significativa estos elementos.

5 EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

5.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS.

Con base en el análisis efectuado por el grupo multidisciplinario de profesionales adscritos a la empresa y tomando como referente la información levantada y siguiendo los lineamientos de los términos de referencia emitidos por la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca CVC, se realizó la identificación de los impactos asociados al área de influencia del proyecto para el componente abiótico, como se presenta en la Tabla 10.

Tabla 10. Posibles impactos a calificar generados para el componente abiótico

Medio	Elementos y Características Ambientales	Posibles Impactos Ambientales
IMPACTO COMPONENTE ABIÓTICO	GEOESFERICO	Aceleración procesos de erosión. Cambio uso del suelo.
	CLIMA	Modificación de los microclimas.
	ATMOSFERA	Alteración del aire.
	HIDRICO	Alteración de drenajes superficiales. Afectación de la calidad del agua.

Fuente: Grupo Consultor GENIVAR-CRA S.A.S.

5.2 SIN PROYECTO.

5.2.1 Evaluación de los Impactos Ambientales Sin Proyecto

Para llevar a cabo la evaluación matricial de los impactos ambientales anteriormente identificados, se tuvo en cuenta las actividades que actualmente ejecutan los pobladores locales de las zonas dentro de sus labores cotidianas las cuales se especificaron con la ayuda de la comunidad y se corroboraron con las salidas de campo en el área de influencia del proyecto. En la tabla 11 se relaciona la asociación de las actividades que desarrollan los pobladores con los impactos que se identificaron previamente en el área de influencia directa del proyecto y la valoración cualitativa pertinente del caso. Para el caso de la actividad Aprovechamiento forestal se aprecia que en cada uno de los impactos identificados se le otorgo una calificación representada con una X, la cual indica que la práctica de esta actividad genera estos impactos.

La Tabla 12 refleja la valoración cuantitativa, teniendo en cuenta la valoración cualitativa, que se le otorgó a cada una de las actividades con relación a los impactos que se identificaron y la Tabla 13 ilustra los valores promedios para cada impacto y elemento. Según los valores promedios por elemento y teniendo en cuenta la priorización de impactos ambientales (Tabla 2), muestra que cada elemento del componente abiótico se encuentran dentro de un intervalo de (-20 a -29), lo cual nos indica que son impactos de prioridad a mediano plazo y mitigables con prácticas de manejo específicas. En el caso de la valoración promedio por impacto, la Aceleración de los procesos de erosión obtuvo una valoración de (-30), lo que nos indica que es un impacto de prioridad a corto plazo, moderado que merecen atención para estructurar una adecuada medida de manejo ambiental durante el desarrollo de las obras.

Tabla 11. Matriz de Identificación y asociación de actividades impactantes en el área de influencia del proyecto.

MEDIO	Elementos y características ambientales	Actividades Propuestas Causantes de Posibles Impactos Ambientales												
		Agricultura de subsistencia	Aprovechamiento forestal	Caza	Fumigaciones a los cultivos de monocultivos	Residuos sólidos	Minería	Pesca	Plantaciones forestales	Transporte terrestre	Vertimientos de aguas residuales	Expendio de combustibles	Ganadería	
IMPACTO COMPONENTE ABIÓTICO	Geoesférico	Aceleración de los procesos de erosión	X	X					X	X	X		X	X
		Cambio en el uso del suelo	X	X		X		X	X	X		X	X	X
	Clima	Modificación de los microclimas		X									X	
	Atmosfera	Alteración del aire		X		X					X			
	Hídrico	Alteración de drenajes superficiales	X	X					X		X		X	X
Afectación de la calidad del agua		X	X		X	X		X		X	X	X	X	

Fuente: Grupo Consultor Genivar-CRA S.A.S.

Tabla 12. Matriz de valoración cuantitativa de las Actividades con los Impactos Ambientales identificados

IMPACTO GEOAMBIENTAL	ELEMENTOS Y CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES	SIGNO	Actividades Propuestas Causantes de Posibles Impactos Ambientales																											
			Agricultura									Aprovechamiento forestal									Caza									
			A	B	C	D	E	F	G	H	I	A	B	C	D	E	F	G	H	I	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
IMPACTO GEOAMBIENTAL	GEOESFERICO	Aceleración procesos de erosión.	-	4	8	1	4	2	4	4	4	-47	4	4	4	4	2	2	1	2	-35	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Cambio uso del suelo.	-	2	8	1	4	2	4	4	2	-39	4	1	2	2	2	2	1	2	-25	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CLIMA	Modificación de los microclimas.	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	2	4	2	2	1	2	-27	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ATMOSFERA	Alteración del aire.	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	2	2	2	2	1	2	-25	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	HIDRICO	Alteración de drenajes superficiales.	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	2	2	2	4	4	4	-32	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Afectación de la calidad del agua.		-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	2	2	2	4	4	4	-32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Fuente: Grupo Consultor Genivar-CRA S.A.S.

Continuación Tabla 12. Matriz de valoración cuantitativa de las Actividades con los Impactos Ambientales identificados.

O - D M	Actividades Propuestas Causantes de Posibles Impactos Ambientales		SIGNO	Fumigaciones a los cultivos agrícolas										Ganadería										Residuos sólidos															
	Elementos y Características Ambientales			A	B	C	D	E	F	G	H	I	A	B	C	D	E	F	G	H	I	A	B	C	D	E	F	G	H	I									
IMPACTO GEOAMBIENTAL	GEOESFERICO	Aceleración procesos de erosión.	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	2	4	2	2	1	4	-35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Cambio uso del suelo.	-	4	1	2	4	2	4	4	2	-32	4	2	2	2	2	2	1	4	-29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CLIMA	Modificación de los microclimas.	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	ATMOSFERA	Alteración del aire.	-	4	1	2	2	2	4	4	2	-30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	HIDRICO	Alteración de drenajes superficiales.	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	4	4	2	2	1	2	-31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Afectación de la calidad del agua.		-	4	1	2	2	2	2	4	2	-28	4	4	1	4	2	2	1	4	-34	4	1	2	2	2	4	4	4	-32										

Fuente: Grupo Consultor Genivar-CRA S.A.S.

Continuación Tabla 12. Matriz de valoración cuantitativa de las Actividades con los Impactos Ambientales identificados.

O - D M	Actividades Propuestas Causantes de Posibles Impactos Ambientales		SIGNO	Minería										Pesca										Plantaciones Forestales												
	Elementos y Características Ambientales			A	B	C	D	E	F	G	H	I	A	B	C	D	E	F	G	H	I	A	B	C	D	E	F	G	H	I						
IMPACTO GEOAMBIENTAL	GEOESFERICO	Aceleración procesos de erosión.	-	4	1	2	4	2	2	1	4	-29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	2	4	2	4	1	2	-29	
		Cambio uso del suelo.	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	2	4	2	4	2	2	-32	
	CLIMA	Modificación de los microclimas.	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	1	4	2	4	1	2	-28		
	ATMOSFERA	Alteración del aire.	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	HIDRICO	Alteración de drenajes superficiales.	-	4	1	4	4	2	2	1	4	-31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	2	4	2	4	1	2	-29		
Afectación de la calidad del agua.		-	4	2	4	4	2	2	1	4	-33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	2	4	2	4	1	2	-31			

Fuente: Grupo Consultor Genivar-CRA S.A.S.

Continuación Tabla 12. Matriz de valoración cuantitativa de las Actividades con los Impactos Ambientales identificados.

MEDIO	Actividades Propuestas Causantes de Posibles Impactos Ambientales		Transporte Terrestre									Vertimiento de aguas residuales									Expendio ilegal de combustibles								
	Elementos y Características Ambientales	SIGNO	A	B	C	D	E	F	G	H	I	A	B	C	D	E	F	G	H	I	A	B	C	D	E	F	G	H	I
			IMPACTO GEOAMBIENTAL																										
IMPACTO GEOAMBIENTAL	GEOESFERICO	Aceleración procesos de erosión.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Cambio uso del suelo.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CLIMA	Modificación de los microclimas.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ATMOSFERA	Alteración del aire.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HIDRICO	Alteración de drenajes superficiales.	-	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	2	4	2	2	4	4	-34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Afectación de la calidad del agua.	-	4	1	2	2	2	2	4	4	-30	4	1	2	4	2	2	4	4	-32	4	2	1	4	2	2	4	4	-33

Fuente: Grupo Consultor Genivar-CRA S.A.S.

Tabla 13. Valores Promedios de la valoración cuantitativa de las Actividades con los Impactos Ambientales identificados.

MEDIO	Actividades Propuestas Causantes de Posibles Impactos Ambientales		SIGNO	PROM. IMPACTO	PROM. ELEMENTO
	Elementos y Características Ambientales				
			IMPACTO GEOAMBIENTAL		
IMPACTO GEOAMBIENTAL	GEOESFERICO	Aceleración procesos de erosión.	-	-35	-33,2
		Cambio uso del suelo.	-	-31,4	-33,2
	CLIMA	Modificación de los microclimas.	-	-27,5	-27,5
	ATMOSFERA	Alteración del aire.	-	-27,5	-27,5
HIDRICO	Alteración de drenajes superficiales.	-	-31,4	-31,6	
	Afectación de la calidad del agua	-	-31,7	-31,6	

Fuente: Grupo Consultor Genivar-CRA S.A.S

5.2.2 Descripción por elemento.

5.2.2.1 Elemento Geoesférico

Aceleración de procesos erosivos: Esta acción ocurre principalmente por movimientos en masa causadas por las fallas geológicas; Las Bombas, San Cipriano, Cisneros, Naranjal y Dagua-Calima; ubicadas cerca de la zona del trazado en los municipios de Dagua y Buenaventura. De igual manera los cortes de taludes y las elevadas precipitaciones que se presentan en la zona del trazado de la línea intensifican este impacto, el cual tiene una valoración negativa (-35) y por ende se le identifica con el color naranja por su prioridad a corto plazo, moderados, que merecen atención para estructurar unas adecuadas medidas de manejo ambiental.

Cambio Uso del suelo: Las principales acciones en el cambio de usos del suelo son: las fumigaciones a los cultivos agrícolas, las cuales alteran las características del suelo. De igual manera tiene incidencia el aprovechamiento forestal con diferentes fines en los que se encuentran adecuar áreas para la ganadería ó el establecimiento de cultivos. La escasa protección que ofrecen el follaje de los cultivos al suelo unido a la falta de prácticas agrícolas sustentables, lo hacen fácilmente erosionable; es un impacto negativo (-31.4) y por ende se le identifica con el color naranja por su prioridad a corto plazo, moderados, que merecen atención para estructurar unas adecuadas medidas de manejo ambiental.

5.2.2.2 Elemento Clima.

Modificación de los microclimas: Esta acción ocurre por la remoción de cobertura vegetal para la extracción de madera ó la deforestación con el fin de modificar el uso del suelo; es un impacto negativo (-27.5) y por ende se le identifica con el color amarillo por su prioridad a mediano plazo y de baja incidencia.

5.2.2.3 Elemento Atmosférico

Alteración del aire: Si no se realizara el proyecto, este componente seguiría impactado por las condiciones particulares como la incineración de la cobertura vegetal y fumigación a los cultivos agrícolas en los municipios de Calima El Darién, Restrepo y Dagua. Es un impacto negativo (-27.5) y por ende se le identifica con el color amarillo por su prioridad a mediano plazo y de baja incidencia, mitigables con prácticas de manejo específicas.

5.2.2.4 Elemento Hídrico

Afectación de la calidad del agua: De acuerdo a los resultados de los análisis que se efectuaron a las siete fuentes caracterizadas y la comparación realizada con el título C de la RAS 2000, se puede decir que la principal afectación es producida por los vertimientos de aguas servidas producto de los procesos agropecuarios desarrollados en las veredas aledañas, así como los vertimientos de tipo doméstico el cual se relaciona con los coliformes fecales y totales. También las pérdidas de cobertura vegetal por actividades agropecuarias, la aplicación de fertilizantes en estas actividades al igual que insecticidas y fungicidas en los monocultivos establecidos en el área de influencia.

Estas alteraciones modifican las condiciones para el establecimiento de las diferentes poblaciones de la biota acuática y disminuyendo la calidad y el uso potencial del recurso como se corrobora en los análisis físico-químicos; es un impacto negativo (-31.7) y por ende se le identifica con el color naranja por su prioridad a corto plazo, moderado, que merecen atención para estructurar unas adecuadas medidas de manejo ambiental.

Alteración de drenajes superficiales: Se presenta por los impactos asociados a los cauces o cuencas hidrográficas, los cuales alteran el balance hídrico por múltiples factores como son la pérdida ó remoción de la cobertura vegetal, compactación del suelo por la ganadería extensiva ó cambios en el uso del suelo de la cuenca; intensificando dicho impacto el cual tiene una valoración negativa (-31,4) y por ende se le identifica con el color naranja por su prioridad a corto plazo, moderado, que merecen atención para estructurar unas adecuadas medidas de manejo ambiental.

5.3 CON PROYECTO.

5.3.1 Etapa de Diseño y Pre-construcción.

Teniendo en cuenta las actividades en la etapa de diseño y pre-construcción del proyecto, las cuales se ilustran en la Tabla 3, se tiene que esta etapa no genera alteración al componente abiótico; ya que las actividades dentro de esta son; la selección de ruta, trazado y replanteo y la adquisición de servidumbres (Guía ambiental para proyectos de transmisión de energía eléctrica, 1999), prácticamente se desarrollan dentro de oficinas y predios donde se desarrollara el proyecto.

5.3.2 Etapa de Construcción.

5.3.2.1 Evaluación de los Impactos Ambientales Sin Proyecto

Para llevar a cabo la evaluación matricial de los impactos ambientales anteriormente identificados, se tuvo en cuenta las actividades de la etapa de construcción del proyecto de interconexión eléctrica, las cuales se describen en la Tabla 3. La asociación de las actividades en la etapa constructiva con los impactos que se identificaron previamente en el área de influencia directa del proyecto y la valoración cualitativa pertinente del caso la cual se le otorgo una calificación representada con una X, la cual indica que la práctica de esta actividad genera estos impactos como se ilustra en la Tabla 14.

La Tabla 15 refleja la valoración cuantitativa, teniendo en cuenta las actividades que tiene relación con los impactos identificados, como se ilustra en la Tabla 14. También se muestran los valores promedios por impacto y elemento. La mayoría de los impactos ambientales en esta etapa del proyecto se presentan en el área de influencia directa y en particular, en los sitios de torre. Según los valores promedios por elemento y teniendo en cuenta la priorización de impactos ambientales (Tabla 2), muestra que cada elemento del componente abiótico se encuentran dentro de un intervalo de (-20 a -29), lo cual nos indica que son impactos de prioridad a mediano plazo y mitigables con prácticas de manejo específicas. En el caso de la valoración promedio por impacto, la Aceleración de los procesos de erosión obtuvo una valoración de (-30), lo que nos indica que es un impacto de prioridad a corto plazo, moderado que merecen atención para estructurar una adecuada medida de manejo ambiental durante el desarrollo de las obras.

Tabla 14. Matriz de Identificación y asociación de actividades impactantes en el área de influencia del proyecto.

MEDIO	Elementos y características Ambientales	Actividades Propuestas Causantes de Posibles Impacto Ambientales									
		Organización laboral	Adecuación de Instalaciones provisionales y de almacenamiento de materiales	Replanteamiento de construcción	Construcción y/o adecuación de accesos para carros y mulas.	Adecuación de sitios de torre (Remoción)	Cimentación, relleno y compactación	Transporte y montaje de torres	Despeje de servidumbre y patios o estaciones de tendido e izado del conductor		
IMPACTO GEOAMBIENTAL	GEOESFÉRICO	Aceleración de los procesos de erosión		X			X	X	X	X	X
		Cambio en el uso del suelo		X			X	X	X	X	X
	CLIMA	Modificación de los microclimas		X			X				
	ATMOSFERA	Alteración del aire		X			X	X	X	X	
	HÍDRICO	Alteración de drenajes superficiales. Afectación de la calidad del agua		X			X	X	X	X	X

Fuente: Grupo Consultor Genivar-CRA S.A.S.

Tabla 15. Matriz de valoración cuantitativa de Actividades etapa de Construcción con los Impactos Ambientales identificados

M E D I O	Actividades Propuestas Causantes de Posibles Impactos Ambientales		Organización Laboral									Adecuación de instalaciones provisionales y de almacenamiento de materiales									Replanteo de construcción									
	Elementos y Características Ambientales	SIGNO	A	B	C	D	E	F	G	H	I	A	B	C	D	E	F	G	H	I	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
IMPACTO GEOAMBIENTAL	GEOESFERICO	Aceleración procesos de erosión.	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	2	4	2	2	1	1	-26	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Cambio uso del suelo.	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	2	2	2	2	4	1	-27	0	0	0	0	0	0	0	0
	CLIMA	Modificación de los microclimas.	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	2	2	2	2	1	1	-24	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ATMOSFERA	Alteración del aire.	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	HIDRICO	Alteración de drenajes superficiales. Afectación de la calidad del agua.	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	2	2	2	2	1	1	-24	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Afectación de la calidad del agua.	-	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	2	2	2	2	1	4	-27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Fuente: Grupo Consultor Genivar-CRA S.A.S.

Continuación Tabla 15. Matriz de valoración cuantitativa de Actividades etapa de Construcción con los Impactos Ambientales identificados

M E D I O	Actividades Propuestas Causantes de Posibles Impactos Ambientales			Construcción y/o adecuación de accesos para carros y mulas									Adecuación de sitios de torre (remoción vegetal, descapote, explanación y excavación)									Cimentación, relleno y compactación								
	Elementos y Características Ambientales			A B C D E F G H I									A B C D E F G H I									A B C D E F G H I								
	SIGNO																													
IMPACTO GEOAMBIENTAL	GEOESFERICO	Aceleración procesos de erosión.	-	4	1	4	4	2	2	1	2	-29	4	1	1	4	2	2	1	4	-28	4	1	2	4	2	4	1	4	-31
		Cambio uso del suelo.	-	4	1	4	2	2	2	1	2	-27	4	1	1	2	2	2	1	4	-26	4	1	2	4	2	4	1	4	-31
	CLIMA	Modificación de los microclimas.	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ATMOSFERA	Alteración del aire.	-	4	1	4	2	2	2	1	2	-27	4	1	1	2	2	2	1	4	-26	4	1	2	4	2	4	1	4	-31
	HIDRICO	Alteración de drenajes superficiales.	-	4	1	4	2	2	2	1	4	-29	4	1	1	2	2	2	1	4	-26	4	1	2	4	2	4	1	4	-31
		Afectación de la calidad del agua.	-	4	1	4	2	2	2	1	4	-29	4	1	1	2	2	2	1	4	-26	4	1	2	4	2	4	1	4	-31

Fuente: Grupo Consultor Genivar-CRA S.A.S.

Continuación Tabla 15. Matriz de valoración cuantitativa de Actividades etapa de Construcción con los Impactos Ambientales identificados

M E D I O	Actividades Propuestas Causantes de Posibles Impactos Ambientales			Transporte y montaje de torres									Despeje de servidumbre, patios o estaciones de tendido; e izado del conductor									PROM. IMPACTO	PROM. ELEMENTO
	Elementos y Características Ambientales			A B C D E F G H I									A B C D E F G H I										
	SIGNO																						
IMPACTO GEOAMBIENTAL	GEOESFERICO	Aceleración procesos de erosión.	-	4	4	2	4	2	2	4	2	-36	4	1	1	4	2	4	1	4	-30	-30	-29,1
		Cambio uso del suelo.	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	1	4	2	4	1	4	-30	-28,2	
	CLIMA	Modificación de los microclimas.	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-24	-24
	ATMOSFERA	Alteración del aire.	-	4	1	2	4	2	2	1	2	-27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-28	-28
	HIDRICO	Alteración de drenajes superficiales.	-	4	1	2	4	2	2	1	2	-27	4	1	1	4	2	4	1	4	-30	-28	
		Afectación de la calidad del agua.	-	4	1	2	4	2	2	1	2	-27	4	1	1	4	2	4	1	4	-30	-28,3	-28,1

Fuente: Grupo Consultor Genivar-CRA S.A.S.

5.3.2.2 Descripción por elemento.

5.3.2.2.1 Elemento Geoesférico.

Aceleración de procesos erosivos: Este impacto es generado por actividades como el transporte terrestre de equipos y personal, replanteo, cimentación y el aprovechamiento forestal con diferentes fines en los que se encuentran generar áreas para el establecimiento de los sitios de acopio en las cabeceras municipales donde se almacenaran las diferentes estructuras como torres, cable y personal. Estas actividades asociadas al efecto de la intensa lluvia de la región lo hace un impacto negativo (-30) y por ende se le identifica con el color naranja por su prioridad a corto plazo, moderados, que merecen atención para estructurar unas adecuadas medidas de manejo ambiental durante el desarrollo de las obras.

Cambio Uso del suelo: Ocurren principalmente por la tala de la cobertura vegetal o el materia vegetal presente en donde se destinaran los puntos de torre por acción de la adecuación de instalaciones provisionales y de almacenamiento de materiales, la Construcción y/o adecuación de accesos para carros y mulas, la adecuación de sitios de torre (remoción vegetal, descapote, explanación y excavación), la cimentación, relleno y compactación y por el despeje de servidumbre, patios o estaciones de tendido; e izado del conductor; es un impacto negativo (-28,2) y de prioridad a mediano plazo, por ende se le identifica con el color amarillo y son impactos mitigable con prácticas de manejo específicas.

5.3.2.2.2 Elemento Clima.

Modificación de los microclimas: Esta impacto ocurre por la tala de cobertura vegetal para la adecuación de instalaciones provisionales y de almacenamiento de materiales en los puntos de torre; es un impacto negativo (-24) y por ende se le identifica con el color amarillo por su prioridad a mediano plazo y de baja incidencia, mitigables con prácticas de manejo específicas.

5.3.2.2.3 Elemento Atmosférico.

Alteración del aire: Ocurren por la emisión de gases de los vehículos y maquinaria empleada en las actividades de transporte terrestre y fluvial y del tendido del cable como los malacates empleados; es un impacto negativo (-28) y por ende se le identifica con el color amarillo por su prioridad a mediano plazo y son impactos mitigable con prácticas de manejo específicas.

5.3.2.2.4 Elemento Hídrico.

Alteración de drenajes superficiales: Se presentan en actividades como la Adecuación de instalaciones provisionales y de almacenamiento de materiales, la construcción y/o adecuación de accesos para carros y mulas, la adecuación de sitios de torre (remoción vegetal, descapote, explanación y excavación), la cimentación y compactación de los sitios de torres, donde se excava y se compacta el terreno donde se ubicarán esta infraestructura eléctrica a lo largo del trazado a una distancia aproximada de 400 metros; es un impacto de prioridad a mediano plazo, negativo (-28) y mitigable con prácticas de manejo específicas.

Afectación de la calidad del agua: Esta acción se presenta por alteración del balance hídrico por acciones como la compactación del suelo en actividades como la cimentación de torres, transporte terrestre de maquinarias y personal; empleo de agua para la fundición de estructuras en concreto para el sostenimiento de torres, adecuación de los sitios de acopio de materiales; es un impacto negativo valorado en un (-28.3), con prioridad a mediano plazo, mitigable con prácticas de manejo específicas.

5.3.3 Etapa de Operación.

Teniendo en cuenta las actividades en la etapa de operación del proyecto, las cuales se ilustran en la Tabla 3; se pudo determinar que la etapa de operación no tiene relación alguna con los impactos ambientales identificados, por lo cual se tiene que esta etapa no genera alteración, lo cual no amerita una valoración de los impactos.

6 MEDIDAS Y ACCIONES AMBIENTALES PROPUESTAS.

Según la valoración de los impactos ambientales la cual tuvo un amplio y detallado análisis para determinar la severidad de cada impacto frente al medio abiótico; se proyectó una serie de medidas y acciones que se pueden desarrollar con el fin de evitar o contrarrestar, prevenir, mitigar, corregir, compensar y manejar los efectos que acarrearán cada impacto durante las etapas de construcción y operación del proyecto "Construcción línea de transmisión de energía eléctrica entre las subestaciones Calima - Bahía a 115 kV".

La proyección de las medidas y acciones se realizó conjunta y concertadamente con las comunidades que se encuentran aledañas al trazado de la línea y el grupo de profesionales de la empresa y las comunidades.

Las siguientes medidas y acciones se proponen con el fin de incluirlas dentro del Plan de Manejo Ambiental (PMA) del proyecto y su aplicación corresponderá a la duración de la fase. Construcción y operación.

1) PREVENCIÓN Y DISMINUCIÓN EN LA INCIDENCIA DE LOS PROCESOS EROSIVOS EN LOS SITIOS DE OBRA.

- Siembra de especies vegetales de bajo porte, especialmente pastos (especies nativas del área) que eviten la erosión y desprendimiento del suelo en la zona de mayor riesgo de erosión y derrumbe en los sitios de obra.
- Después de la siembra hacer uso de agromantos en los posibles sitios de alta erosión, expuestos al ambiente.

2) PREVENCIÓN DE LA ALTERACIÓN EN LAS CONDICIONES DE AIRE POR EMISIÓN DE PARTÍCULAS ESPARCIDAS AL AMBIENTE

- Carpar los vehículos que transporten residuos sólidos generados en la fase de construcción o que transporten materiales constructivos se l.
- Exigir certificados de emisión de gases vigentes para los vehículos vinculados a la obra.
- Realizar los respectivos mantenimiento de los equipos utilizados en para el izado del cable, en relación a los malacates los cuales generan gases que contribuyen al deterioro de este elemento.

3) EVALUAR, PREVENIR Y MITIGAR LA AFECTACIÓN DE LOS CUERPOS DE AGUA POR EFECTO DE LAS ESCORRENTÍAS DE LOS SITIOS DE OBRA.

- El material extraído en las actividades de remoción de la cobertura vegetal como la excavación, debe ser retirado y depositado en sitios planos o semiplanos y cubierto con un plástico para evitar el arrastre ocasionado por la precipitación o vientos, evitando de esta forma la obstrucción de los drenajes naturales.

4) MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y PRECIPITACIÓN EN LOS SITIOS DE OBRA

- Se recomienda implementar los baños portátiles en los puntos de obra del proyecto. Se recomienda un baño portátil por cada 15 trabajadores.

5) MANEJO Y ADECUACIÓN DE ACCESOS EXISTENTES A LOS SITIOS DE OBRA

- Establecer las condiciones de los caminos de herradura y vías terciarias con el propósito de no alterar su estado por las actividades asociadas al proyecto y de esta forma realizar su reparación y adecuación conforme a su estado inicial.

CONCLUSIONES

Dentro de los paisajes característicos en el trazado de la línea, lo más importante de resaltar, es lo relacionado con los procesos geomorfodinámicos que se presentan como pequeñas inestabilidades del suelo superficial en áreas de potreros, lo cual no implica ninguna restricción de estabilidad para la construcción de la línea, sin embargo, se deberán tener en cuenta algunas medidas de mitigación en sitios de torre.

Según la valoración de los impactos ambientales y teniendo en cuenta la ponderación promedio para cada elemento del componente abiótico, se puede afirmar que el 35% de los impactos ambientales en la etapa de construcción son generados al componente por el elemento Geoesférico, el 34% al elemento hídrico, 14% al elemento clima y el 17% al elemento atmosférico, una unidad más en comparación con el mismo elemento sin proyecto, por lo cual se deben implementar acciones y medidas para prevenirlo.

Comparando los ponderados de cada uno de los impactos ambientales sin y con proyecto, se puede decir que los impactos ambientales generados en la etapa de construcción, tienen prioridad a mediano plazo y de baja incidencia, los cuales se pueden prevenir con prácticas de manejo específicas.

De acuerdo a los resultados de los análisis físico-químicos y los parámetros mínimos que presenta el título C de la RAS 2000, se tiene que de las siete (7) fuentes muestreadas, seis (6) obtiene una clasificación de los niveles de calidad regular y el grado de tratamiento asociado es la filtración lenta o filtración directa más la desinfección y estabilización, mientras que para la quebrada Los Indios, el nivel de calidad de esta fuentes es muy deficiente, requiriendo un tratamiento convencional y otros específicos.

RECOMENDACIONES

Evitar la deforestación de las especies forestales que se encuentran en la parte alta de la cordillera occidental y más precisa, en las zonas de las laderas de las quebradas.

Se recomienda a la empresa contratista de la ejecución del proyecto, capacitar al personal que va a desarrollar trabajos en el área de influencia, con el fin de prevenir y mitigar así los posibles impactos que se puedan presentar.

Se recomienda complementar y ajustar las medidas o acciones propuestas cuando estas sean insuficientes para atender tales impactos, con el fin de facilitar la solución de problemas que surjan a lo largo de la ejecución del proyecto.

Velar por el cumplimiento, de las medidas y acciones planteadas para los impactos que se genera en cada una de las etapas del proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

Arboleda González, Jorge A. Manual de evaluación de impacto ambiental de proyectos, obras o actividades. Medellín, 2008, pág. 2.

Alcaldía de Buenaventura. (2001). Plan de Ordenamiento Territorial Municipio de Buenaventura.

Alcaldía de Calima-Darien. (2006). Esquema de ordenamiento territorial del municipio de Calima. Calima 341p.

Alcaldía de Dagua. (2003). Esquema de ordenamiento territorial del municipio de Dagua. 362p.

Alcaldía de Restrepo. (2001). Esquema de ordenamiento territorial del municipio de Restrepo. 251p.

Cabañes Canga, J.L., Impacto Ambiental de las Redes Eléctricas, España, 2009, pág. 11.

Colombia. Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. Decreto 2820 (05, agosto, 2010). Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales. Bogotá D.C.: El Ministerio, 2010, pág. 9, 16.

Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Resolución 0627 (07, abril, 2006). Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental. Bogotá D.C.: El Ministerio, 2006, pág 1.

Colombia. Ministerio de Minas y Energía. Resolución 18 1294 (08, agosto, 2008). Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE. Bogotá D.C.: El Ministerio, 2008, pág 2. 166

Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. (2006). Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de Restrepo en el departamento del Valle del Cauca. Gobernación del Valle del Cauca.

Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. (2006). Plan de Ordenamiento Territorial del municipio de Dagua en el departamento del Valle del Cauca. Gobernación del Valle del Cauca.

Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca CVC, (2006). Codificación de corrientes superficiales del Departamento del Valle del Cauca. CVC, Grupo Recursos Hídricos.

Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca CVC, (2007). Balance Oferta-Demanda de agua superficial, cuenca del Dagua. Grupo de estudios del recurso Hídrico. Domínguez, E., Rivera, H., Sarmiento, R., Moreno, P. (2008). Relaciones demanda-oferta de agua y el índice de escasez de agua como herramientas de evaluación del recurso hídrico Colombiano. REV. ACAD. COLOMB. CIENC.: VOLUMEN XXXII.

Dyson, M., Bergkamp, G., Scanlon, J., (eds) (2003). Caudal. Elementos esenciales de los caudales ambientales. Tr. José María Blanch. San José, C.R.: UICN-ORMA. xiv + 125 pp. Ecological monographs 37: 317-350.

Esquema de ordenamiento territorial del municipio de Restrepo. (2006). Alcaldía del Municipio de Restrepo. [Versión Electrónica] <http://restrepo-valle.gov.co>.

Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio Restrepo (2006). Alcaldía municipio de Restrepo, departamento del Valle del Cauca.

EIA del complejo portuario de Buenaventura, (2005). Vol 1, informe principal. HIDROCARIBE LTDA.

Gallipoliti, Virginia A., Efectos Ambientales Asociados a Líneas de Transporte Eléctrico. Tesis De Graduación para la Maestría en Ecología y Gestión Ambiental. Argentina. Universidad Nacional del Nordeste. Facultad de Arquitectura y Urbanismo - Ciencias Exactas Naturales y Agrimensura. 2012. pág.1, 2.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, (2010). Estudio Nacional del Agua. República de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios ambientales, IDEAM.

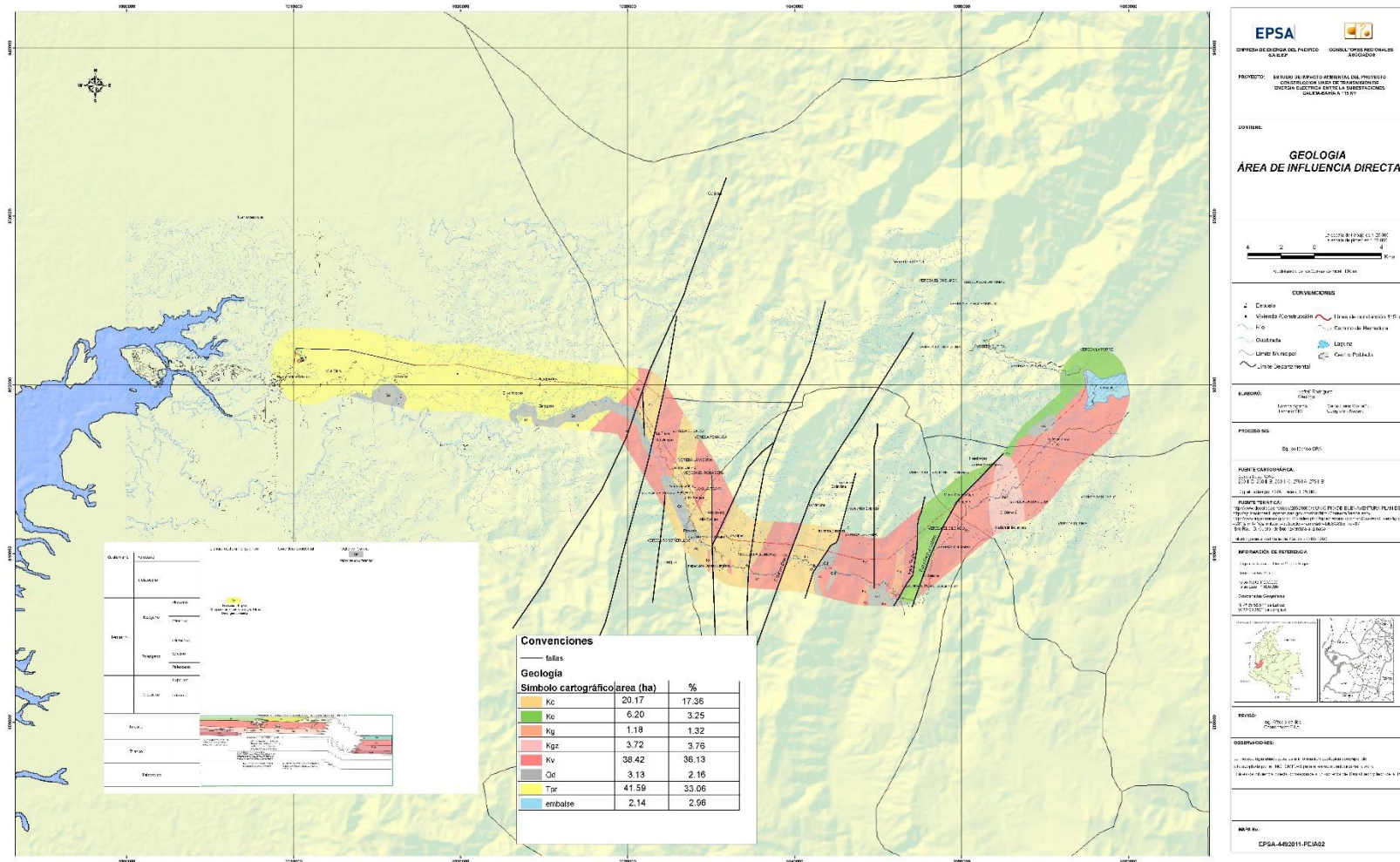
Lacayo Escobar, E., Bonilla Blandón, A. H., Peña Solano, D. F., Peña Torres, J.M., Choza Cisne, M.J., Navas Morales, J.J., Ortega Bellorini, R.M. Y Pérez Gómez, S.J. Estudio De Impacto Ambiental Reubicación Y Modernización De La Subestación Matagalpa. Nicaragua. 2009. pág. IV.

Plan Básico de Ordenamiento Territorial Municipio Dagua 2001-2010. (2001). Alcaldía del municipio de Dagua, departamento del Valle del Cauca.

Plan de Ordenamiento Territorial del municipio de Buenaventura. 2001. Alcaldía del municipio de Buenaventura. [Versión Electronica] http://buenaventurasi.com/index.php?option=com_content&view=article&id=59&Itemid=29.

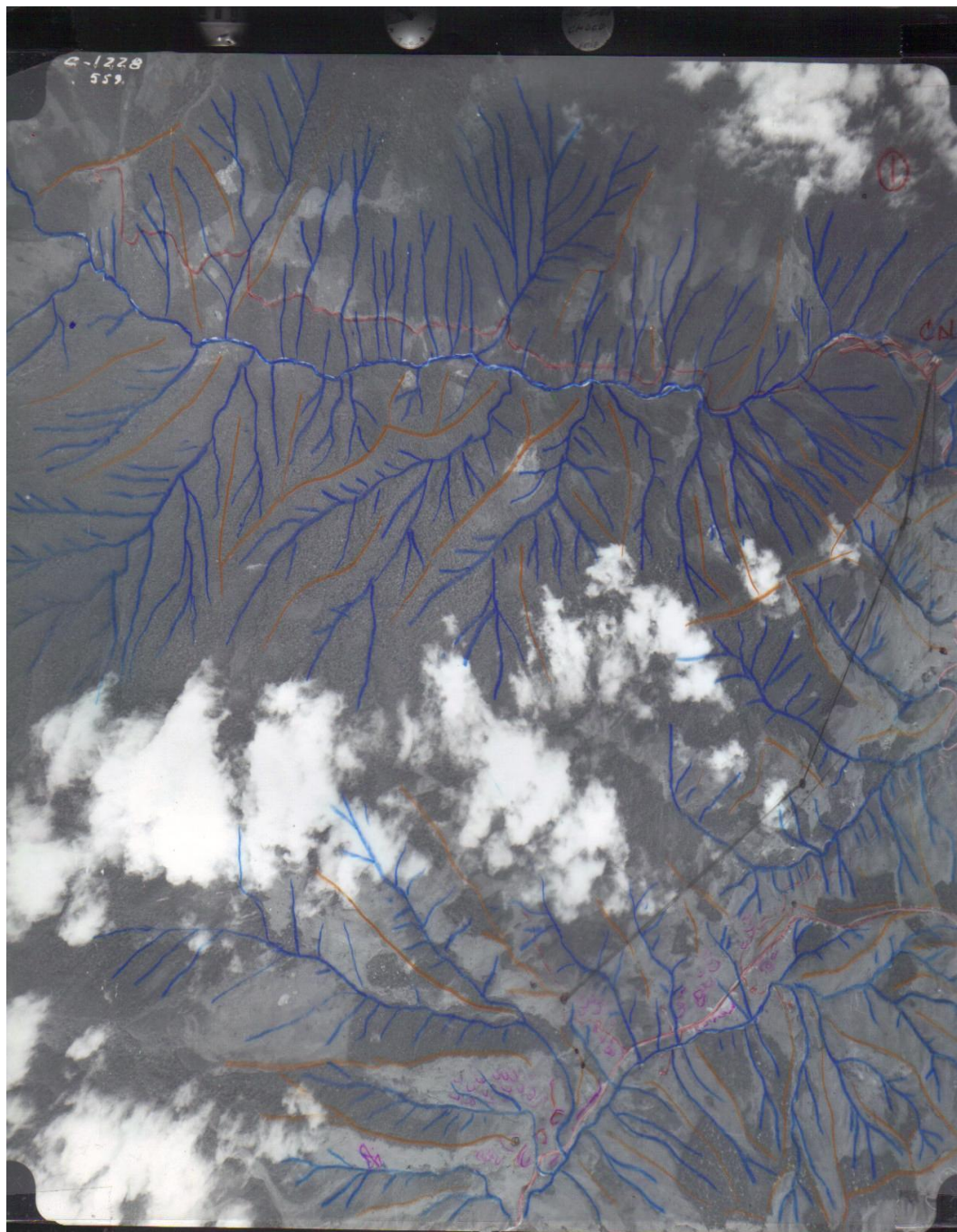
ANEXOS

Anexo A. Mapa de geología de la zona de estudio



Anexo C. Fotografías aéreas utilizadas en el estudio

Vuelo: C-1228 Número: 557 Escala:1:40.000 Fecha: 1968



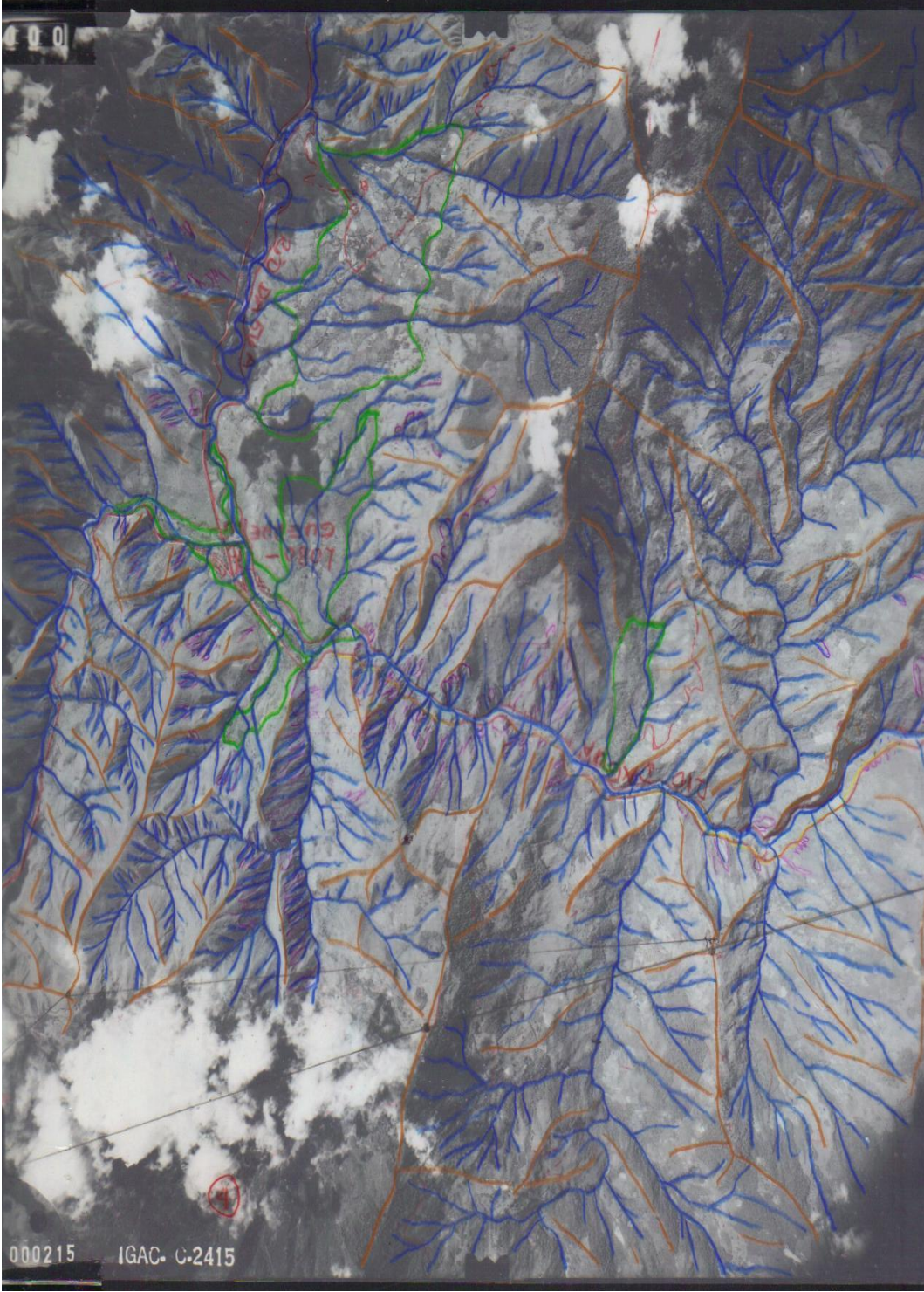
Vuelo: C-2063 Número: 563 Escala:1:45.000 Fecha: 1982



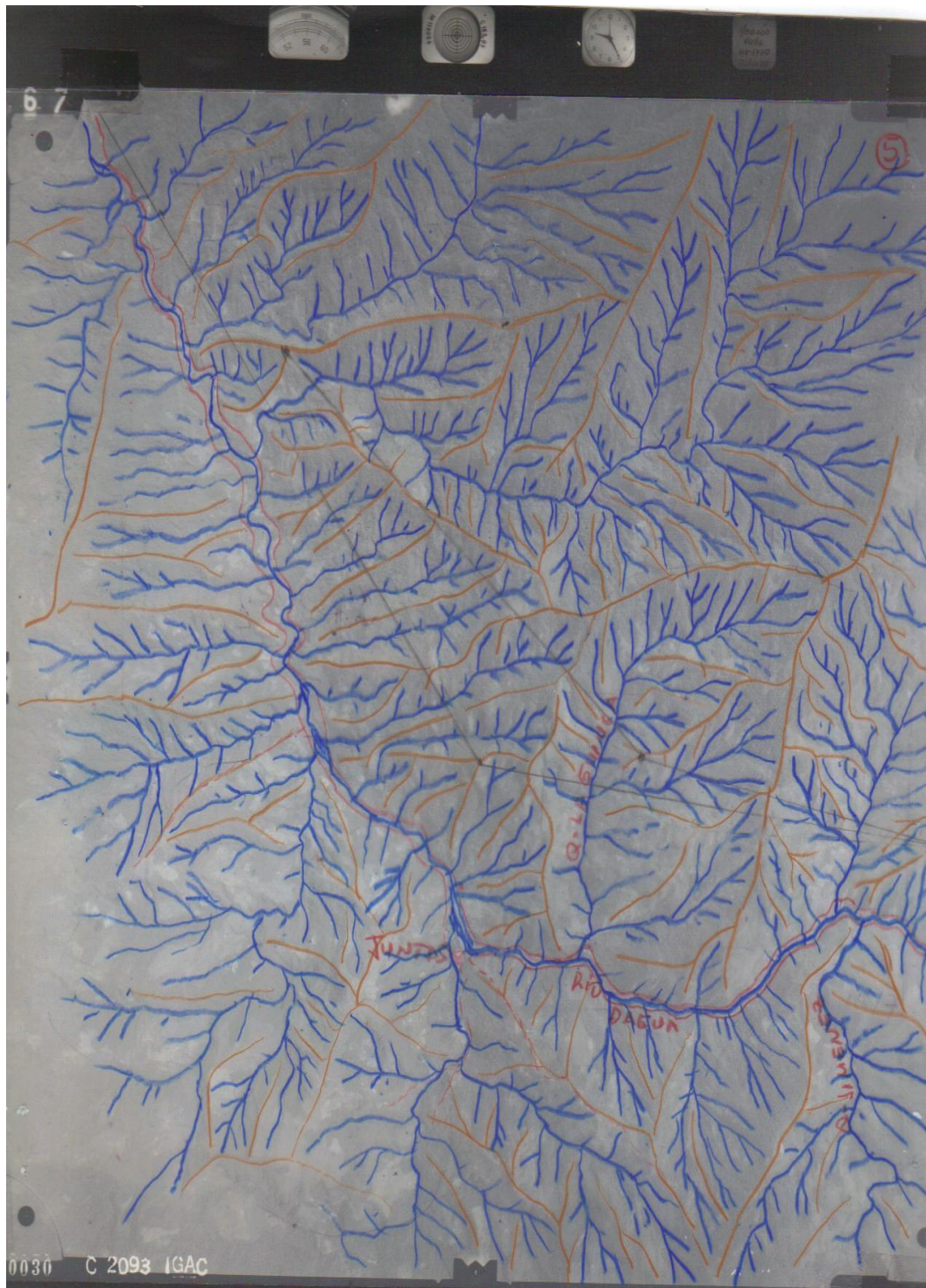
Vuelo: C- 2415 Número: 017 Escala:1:40.000 Fecha 1990



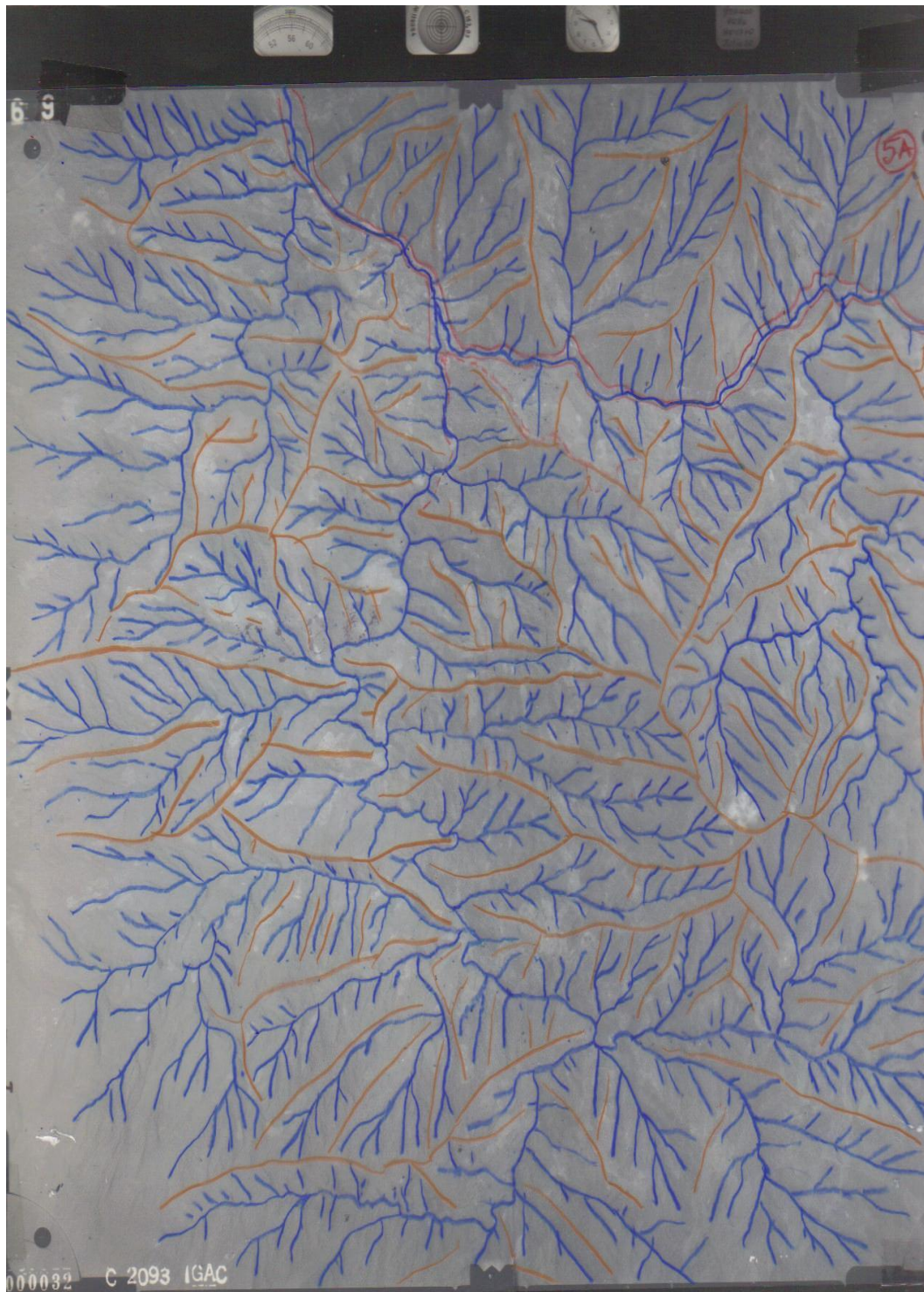
Vuelo: 2415 Numero: 214 Escala: 1:40.000 Año: 1983



Vuelo: 2093 Número: 028 Escala: 1:50.000



Vuelo: 2093 Número: 033 Escala: 1:39.600



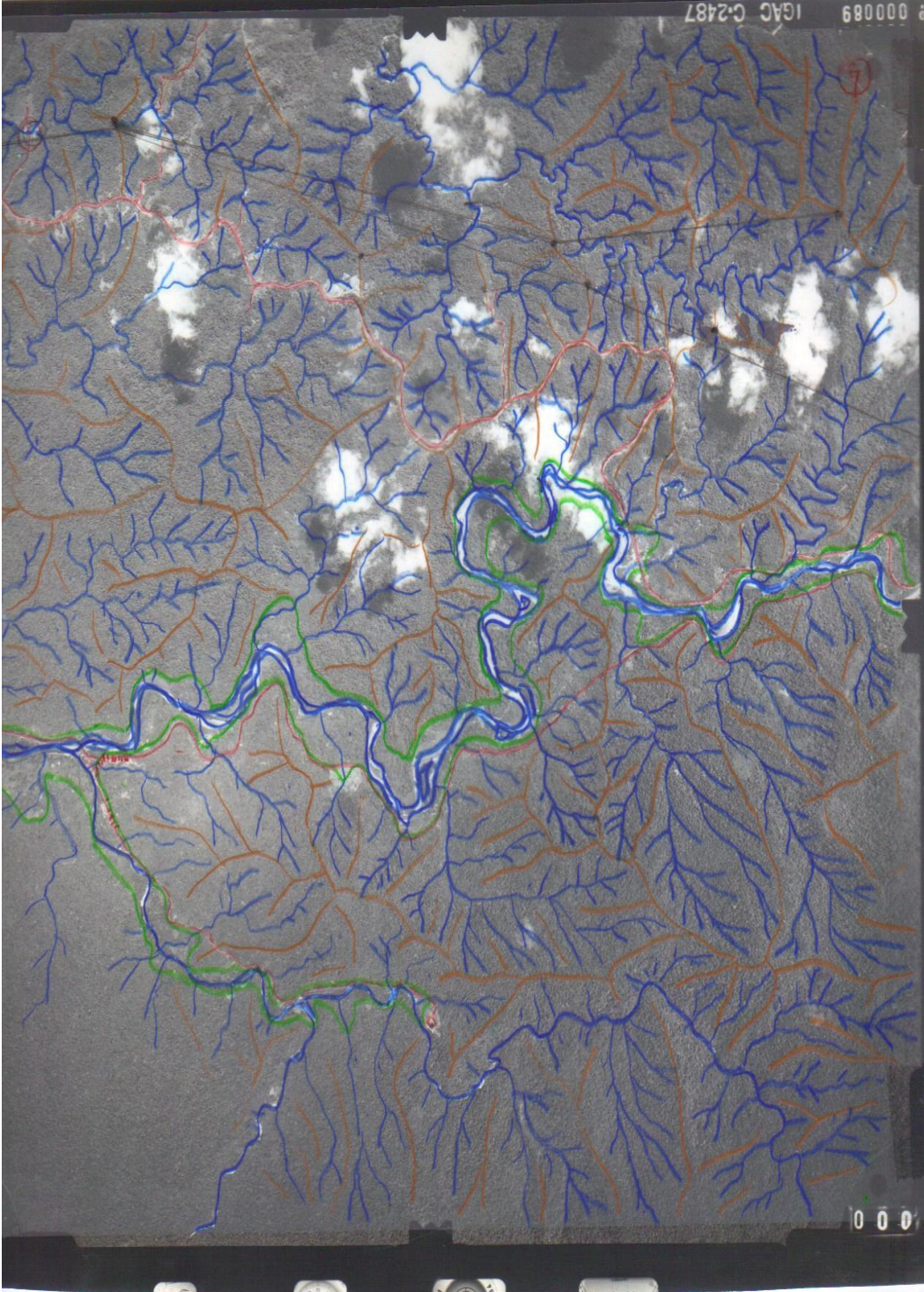
Vuelo: C- 2415 Número: 015 Escala: 1:39.600



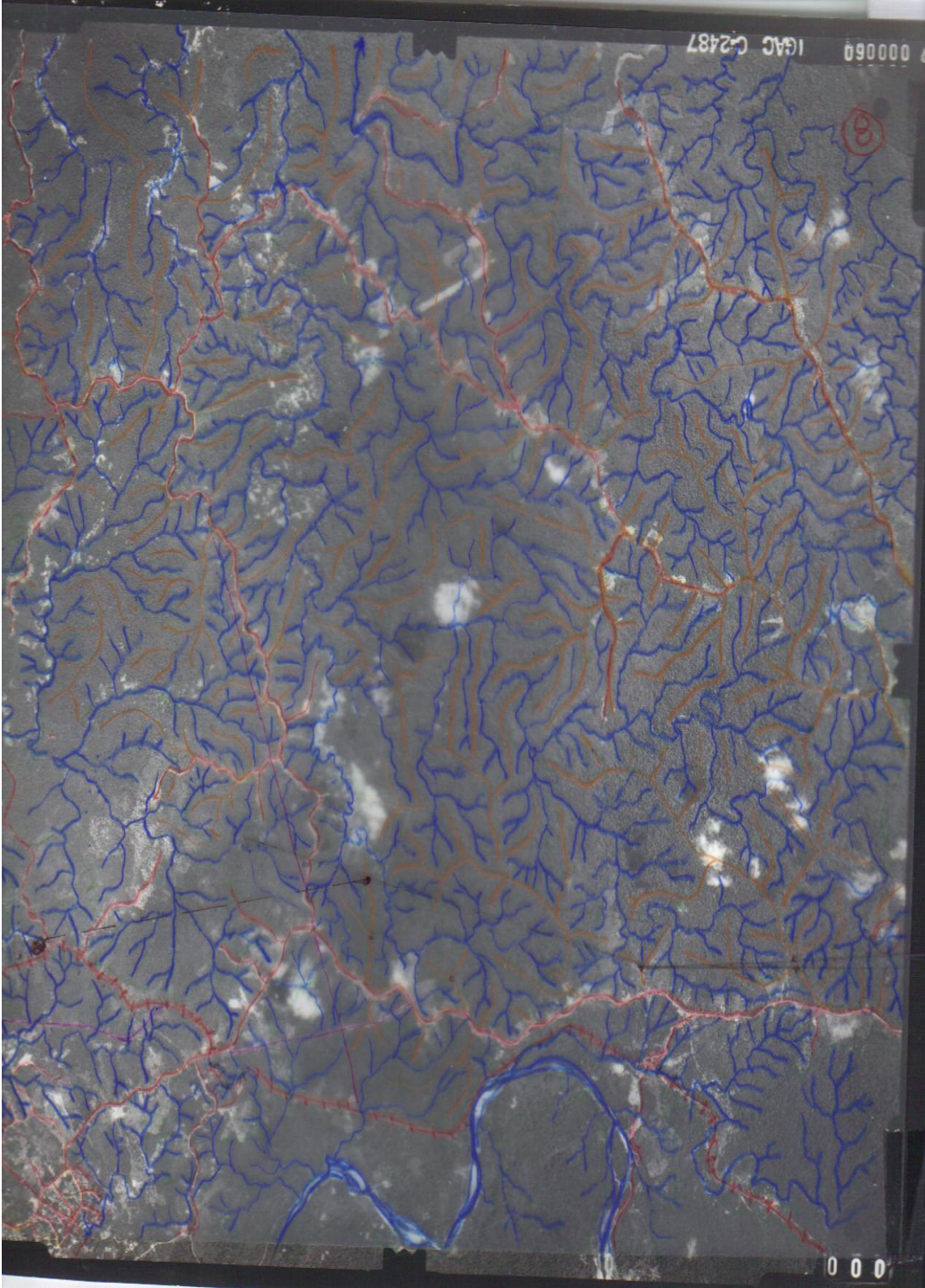
Vuelo: C- 2093 Número: 091 Escala: 1:39.600



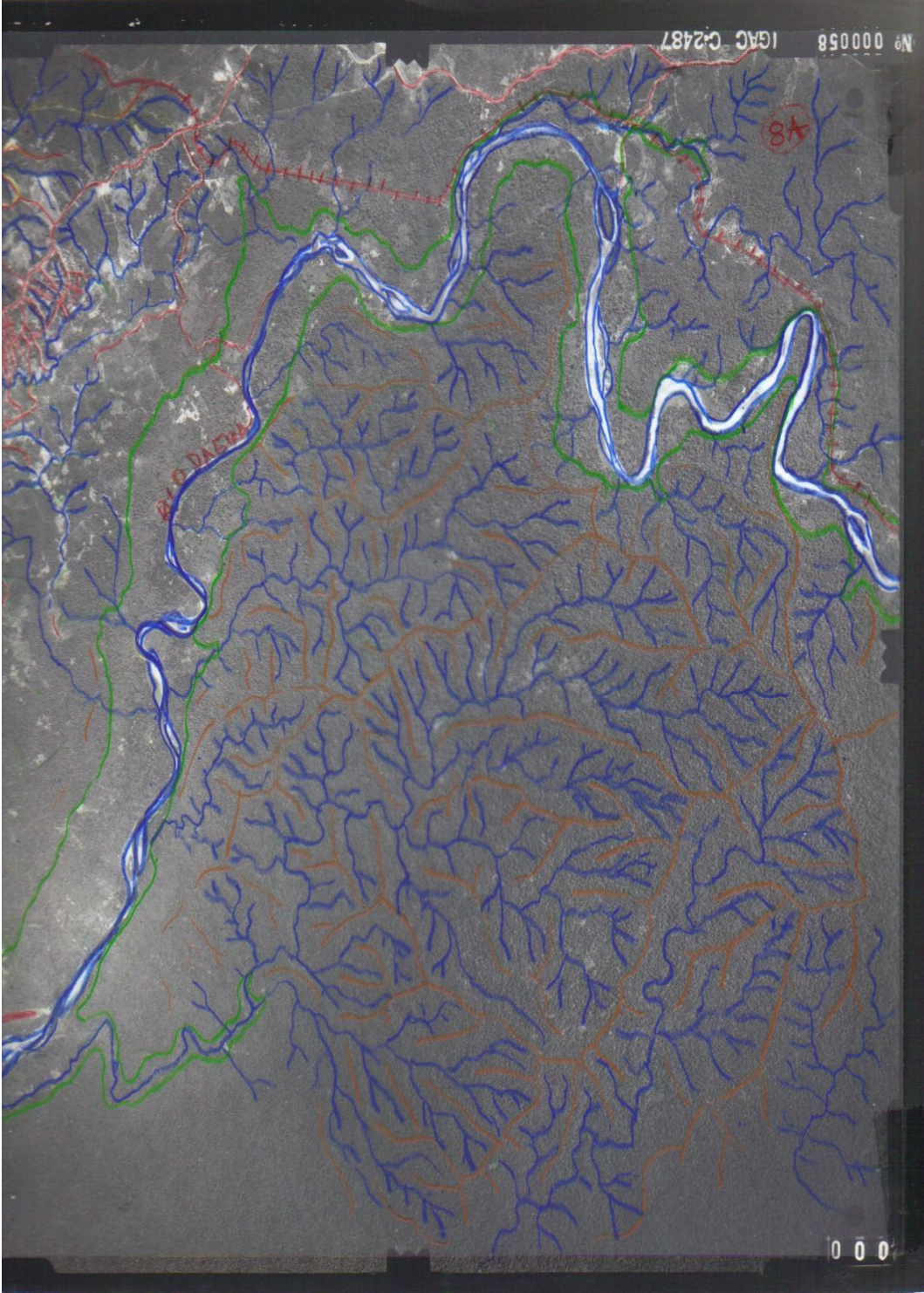
Vuelo: C- 2487 Número: 088 Escala: 1:39.600



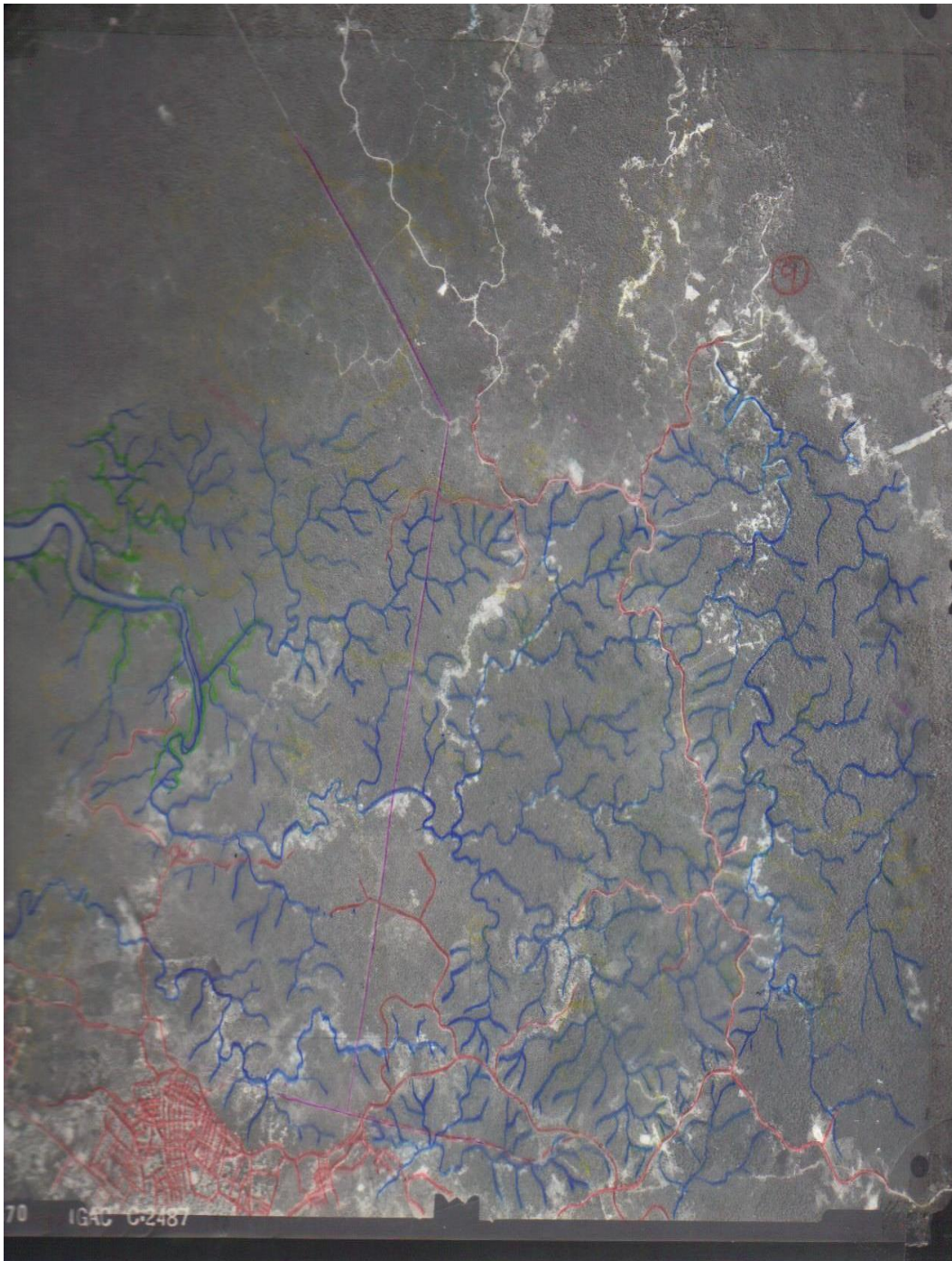
Vuelo: C- 2487 Número: 091 Escala: 1:39.600



Vuelo: C- 2487 Número: 091 Escala: 1:39.600



Vuelo: C- 2487 Número: 091 Escala: 1:39.600



Anexo F. Detalles físicos de la línea de alta tensión Calima- Bahía

DETALLES FÍSICOS DE LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN CALIMA-BAHÍA

CALIBRE DE CONDUCTORES Y COMPOSICIÓN

En este apartado se establecerán las características técnicas que cumplirán el conductor desnudo de aleación de aluminio AAAC (All Aluminium Allo y Conductors) y el cable Alumoweld. Los conductores inicialmente propuestos, los cuales se someterán a estudio, verificación y aprobación posterior por parte de EPSA, son los siguientes:

Conductor AAAC 465,4 MCM (Cairo) para conductores de fases.
Conductor Alumoweld 7 No. 8 AWG para el cable de guarda.

TIPOS DE AISLADORES Y SU CONFIGURACIÓN

El aislamiento de la línea de transmisión se realizará mediante aisladores poliméricos, las características eléctricas y mecánicas serán seleccionadas de acuerdo al estudio de coordinación de aislamiento, apantallamiento y desempeño de las líneas ante descargas atmosféricas.

Los aisladores cumplirán con los requisitos de los materiales especificados en la norma ANSI C29.13. El núcleo estará formado por fibras de vidrio, dispuestas dentro de una resina epóxica. El revestimiento que protege el núcleo del aislador, así como los faldones, se realizarán con un compuesto de goma de silicona con alta resistencia mecánica, resistente a la radiación ultravioleta y con altas propiedades aislantes. El material polimérico no debe ser elaborado con productos de EPDM (Etileno Propileno Dieno Monómero tipo M ASTM)

MATERIAL DE LAS ESTRUCTURAS, DESCRIPCIÓN Y CONFIGURACIÓN

-Descripción y configuración

Las estructuras del proyecto que servirán para apoyar los conductores y cable de guarda, serán en celosía metálica compuesta de perfiles en acero galvanizado, con uniones atornilladas. En general las torres estarán conformadas por la siguiente configuración, desde el punto más alto hasta la base: un castillete, un cuerpo recto en cual estarán dispuestas las crucetas, un cuerpo tronco piramidal y finalmente las patas. Las dimensiones de estas partes de la estructura serán desarrolladas de acuerdo a las necesidades geométricas, topográficas y principalmente de distanciamiento eléctrico requerido.

-Materiales

Las estructuras estarán compuestas de perfiles de acero galvanizado laminados en caliente que deberán cumplir con las siguientes normas y especificaciones: ASTM A36 o equivalente S275 (Normas Europeas), ASTM A572 gr. 50 o equivalente S355 (Normas Europeas).

Material de las cimentaciones y tipos

-Tipos de cimentación

Con el fin de proveerles de un adecuado soporte a las estructuras del proyecto, se realizarán cimentaciones tipo zapatas aisladas cuadradas en concreto reforzado, enterradas a distancias que varían entre 2,5 a 3,0 metros de profundidad normalmente. Las zapatas constan de un pedestal que sobresale del terreno natural una distancia entre 0,25 a 1,75 m.

En los casos donde se presente un estrato de suelo que posea capacidades portantes muy bajas, y las cimentaciones con zapata sean insuficientes, se harán cimentaciones con pilotes en concreto reforzado, cuyo diámetro y longitud dependerá de las cargas y de la profundidad necesaria para alcanzar un estrato competente y de esta forma desarrollar suficiente capacidad portante tanto a fricción lateral como por punta.

-Materiales

Las normas aplicables recomendadas por EPSA para los materiales a utilizar en las cimentaciones y para su análisis y diseño son:

American Concrete Institute - ACI.

American Institute of Steel Construction – AISC

American Society for Testing and Materials - ASTM.

Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente - NSR-10.

Los materiales a utilizar en la construcción de las zapatas y/o pilotes deben tener las siguientes propiedades:

-Concretos

Para zapata, pedestal y pilotes: Resistencia a la compresión a los 28 días: 21 MPa; Para solado: Resistencia a la compresión a los 28 días: 14 MPa

-Acero de refuerzo

Esfuerzo de fluencia: 420 MPa

Módulo de Elasticidad: 200.000 MPa

-Herrajes y accesorios de los conductores

Se define como todos los herrajes o elementos utilizados para la fijación de los aisladores a la estructura, los de fijación del conductor al aislador y los de fijación del cable de guarda a la estructura. Los herrajes cumplirán con lo estipulado en el numeral 17.7 del Reglamento de Instalaciones Eléctricas (RETIE).

A continuación se describe los herrajes a utilizar en el proyecto:

Grilletes. Los grilletes serán de acero SAE1030- ASTM A. los grilletes tendrán una resistencia a la alta contaminación con un recubrimiento de cinc promedio de 850 gr/m². Sus dimensiones y características mecánicas de acuerdo a la norma NTC 2995 y según las solicitudes particulares del proyecto.

Grapas de suspensión y retención. Las grapas de retención y suspensión serán del tipo pernado, el cuerpo de la grapa será de acero tipo ANSI 356 T6, y los pernos y tuercas en acero tipo SAE 1020 con resistencia a la alta contaminación.

Empalme

Los empalmes cumplirán con la norma ANSI C119.4, serán del tipo tubular de compresión, apropiados para el conductor y el cable de guarda especificados. Los empalmes para el conductor estarán conformados por una junta tubular de compresión de aluminio de por lo menos el 90% de pureza y para el cable de guarda deberán consistir de una junta tubular de compresión de aluminio de por lo menos el 90% de pureza y de una junta tubular de compresión de acero para el núcleo; además los empalmes tendrán dos tapones de sellamiento para los canales del empalme, a través de los cuales se puede inyectar el compuesto antioxidante para empalmes.

Camisa de reparación

Las camisas de reparación cumplirán con la norma ANSI C119.4, serán de aluminio o aleación de aluminio, del tipo tubular de compresión y apropiadas para ser usadas con los conductores especificados

CRITERIOS DE DISEÑO ELÉCTRICO

En este apartado se fijan los criterios de diseño eléctrico para la línea del proyecto, entre los principales, se destacan los establecidos para la definición de las distancias de seguridad, la selección del aislamiento, la capacidad térmica del conductor, la regulación de tensión, las pérdidas técnicas, la generación de campos electromagnéticos y el apantallamiento. Asimismo, los criterios para la realización del plantillado y del sistema de puesta a tierra.

-Distancias de seguridad

Con el objeto de mantener una operación confiable y segura de la línea del proyecto, se deberán respetar unas distancias mínimas de seguridad para que, durante su vida útil, no se presenten accidentes por riesgo eléctrico.

-Distancias a construcciones y al suelo

Las distancias de seguridad mínimas que se deben respetar siempre, estarán acorde con lo establecido en el RETIE y a las indicaciones suministradas por EPSA.

Tabla 1 Distancias mínimas de seguridad en zonas con construcciones para líneas a 115 kV.

Descripción	Distancia (m)
Distancia horizontal “b” a muros, proyecciones, ventanas y diferentes áreas independientemente de la facilidad de accesibilidad de personas.	2,8
Distancia vertical “d” a carreteras, calles, callejones, zonas peatonales, áreas sujetas a tráfico vehicular.	6,1 (10)

Fuente: Grupo consultor Genivar CRA S.A.S.

Las distancias encerradas en paréntesis corresponden a las distancias de seguridad recomendadas por EPSA.

-Distancias al apoyo y entre fases

A partir de las características eléctricas de la línea del proyecto se calcularán las distancias de seguridad necesarias para resistir esfuerzos eléctricos debido a sobretensiones atmosféricas, de maniobra y temporales. Estas distancias serán calculadas bajo la condición más crítica de diseño, en este caso, para la zona de emplazamiento de la línea con mayor altura sobre el nivel del mar. A continuación se presentan los tipos de espaciamientos y las metodologías empleadas para su cálculo.

-Selección del aislamiento

La selección del aislamiento, al igual que las distancias mínimas de seguridad, se realizará bajo la condición más crítica de diseño, por lo cual, para cada nivel de contaminación, se evaluará el aislamiento requerido, para así determinar dicha condición (la más desfavorable que pudiese presentarse a lo largo de la línea). Luego, se seleccionará un nivel de aislamiento para la línea que pueda resistir los esfuerzos eléctricos requeridos en ambas zonas del proyecto.

-Coordinación de aislamiento para cadenas de suspensión

Para el dimensionamiento de los brazos de los apoyos que soportarán los aisladores, se considerarán los espaciamientos mínimos requeridos para resistir esfuerzos eléctricos entre el conductor y el apoyo, y entre conductores de distinta fase a mitad del vano debido al efecto del viento sobre los conductores y aisladores, el cual produce balanceo de las cadenas y vanos, los espaciamientos se ven reducidos, por lo que será necesario verificar que se guarden las distancias mínimas de seguridad. En el diseño de la línea, se considerarán tres situaciones al calcular los ángulos de balanceo, teniendo en cuenta diferentes posiciones de los conductores y distancias para garantizar la soportabilidad ante esfuerzos eléctricos.

Caso 1: Las distancias eléctricas mínimas requeridas para resistir sobretensiones a frecuencia industrial combinada con el ángulo de balanceo producido por el viento máximo de diseño. La probabilidad de que haya flameo es la de ocurrencia del viento máximo de diseño.

Caso 2: Las distancias eléctricas mínimas requeridas para soportar sobretensiones producidas por descargas atmosféricas combinadas con el ángulo de balanceo que se espera, no sea excedido durante el 99% del tiempo

Caso 3: Las distancias eléctricas mínimas requeridas para soportar sobretensiones producidas por maniobras combinadas con el ángulo de balanceo que se espera, no sea excedido durante el 99% del tiempo.

La separación mínima requerida entre el conductor y el apoyo (aterrizado) resultará de la comparación de los balanceos obtenidos para los casos 1 y 2.

-Desempeño ante descargas eléctricas atmosféricas

Para coordinar la correcta operación de la línea en cuanto a salidas por descargas atmosféricas se deberá tener en cuenta que su desempeño (frente al evento de las descargas atmosféricas) viene fuertemente influenciado por el número de rayos que impactan sobre ella, el cual a su vez depende de las alturas de los apoyos y de la Densidad de Rayos a Tierra (DRT) que existe en el lugar de emplazamiento de la línea. Para lograr lo anterior, se establecerá un límite máximo de 3 salidas de la línea por cada 100 km al año para cada zona del proyecto. Los valores de densidad de rayos a tierra asignados para cada zona del proyecto serán tomados de acuerdo al Mapa de Cantidad de Descargas para el Valle del Cauca.

Para mejorar el desempeño de la línea ante descargas atmosféricas, ésta se proveerá de dos cables de guarda, en este caso Alumoweld 7 No. 8, cuya selección de la ubicación deberá hacerse a partir de la configuración del apoyo, en la cual se determinará su ubicación para lograr un apantallamiento efectivo, dentro del cual las fases sean menos atractivas a los rayos que el elemento apantallador.

-Apantallamiento

La línea estará provista de dos cables de guarda ubicados en la parte más alta de los apoyos por encima de los conductores, su principal función es la de proteger la línea contra descargas atmosféricas, esto con el fin de reducir la incidencia de rayos sobre los conductores de fase.

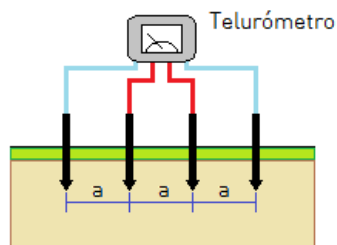
Para calcular el número de salidas de la línea debido a descargas atmosféricas se empleará el “método simplificado de los dos puntos” de IEEE-EPRI el cual determina el número de salidas de la línea por fallas de apantallamiento y flameos inversos. Para ello, se estimará la densidad de rayos a tierra en la vecindad de la línea, y a partir de ahí, se determinará el número de descargas que inciden sobre ésta (descargas a los conductores, descargas a las torres o descargas al cable de guarda), teniendo en cuenta que, depende de la mayor o menor área de exposición de la línea, la cual a su vez está determinada por la altura y

forma del apoyo, la disposición de los conductores y de los cables de guarda, las características topológicas del corredor y de la magnitud de la corriente de descarga.

-Puestas a tierra

Las mediciones de resistividad de los sitios de apoyo se realizarán utilizando un telurómetro convencional de cuatro electrodos siguiendo el método de Wenner. En la Figura 33 se muestra la disposición del montaje para su medición. Los electrodos de color rojo miden la tensión y los de color azul son de inyección de corriente.

Figura 1. Disposición de Electrodos: Método de Wenner.



Fuente: Grupo consultor Genivar CRA S.A.S.

A partir de las medidas de resistividad se procede a modelar el suelo del punto de torre como homogéneo, es decir una capa con resistividad aparente y profundidad infinita. De acuerdo al resultado de las mediciones se comprobará la necesidad de realizar tratamiento químico al terreno o utilizar suelos artificiales en los sitios que se requiera, con el objetivo de mejorar la resistividad del terreno.

Criterio de Tensiones Tolerables

Acorde con el artículo 15 del RETIE, se propone calcular las tensiones máximas soportables para personal dotado de elementos de protección personal, tomando como base una persona de 50 kg.

Selección del conductor

El material del conductor de puesta a tierra debe garantizar ser resistente a los esfuerzos mecánicos y eléctricos ante el escenario más desfavorable de corriente de falla y del periodo útil de la instalación, ante las condiciones adversas climáticas y la agresividad del terreno en el sitio de torre. Se sugiere que el calibre del conductor sea mínimo 2/0 AWG de siete hilos, con el fin de garantizar resistencia mecánica del sistema de puesta a tierra.

Geometría del Sistema de Puesta a Tierra

La puesta a tierra para las estructuras del presente proyecto será del tipo malla con retículas igualmente espaciadas, cuya separación vendrá determinada por los requerimientos del valor final de la resistencia de dispersión de la puesta a tierra. En caso de requerirse se

utilizarán electrodos verticales con una longitud no menor a 2,4 m, en conformidad al numeral e del artículo 15.3.1 del RETIE.

Resistencia de Puesta a Tierra

Teniendo en cuenta la configuración seleccionada en el apartado anterior y la caracterización del suelo a partir de las medidas de resistividad del sitio de torre, se calcula el valor esperado de resistencia de puesta a tierra de cada una de las estructuras mediante las ecuaciones de Schwarz

Mediciones finales

El contratista se encuentra en la obligación de realizar las mediciones de resistencia de puesta a tierra y de la verificación del cumplimiento de las tensiones de paso y contacto de diseño. En caso que el diseño no cumpla con los valores requeridos, es el contratista quien se encuentra en la obligación de realizar las modificaciones necesarias al diseño inicial.

Resistencia de Puesta a Tierra:

Para la medida de la resistencia de puesta a tierra se empleará la técnica de caída de potencial. El instrumento de medida utilizado para la medición de resistencia de puesta a tierra es un telurómetro de ala frecuencia (25 kHz).

LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE ESTRUCTURAS

La localización óptima de estructuras consiste en la ubicación de los apoyos que sostienen los conductores sobre el perfil topográfico, de tal manera que el costo sea el menor posible, toda vez que se cumplan todos los requerimientos de nivel técnico. Este proceso es realizado por programas especializados en el plantillado de líneas eléctricas aéreas. Para efectos de este proyecto, el software a emplear tiene por nombre PLS-CADD en su Versión 11, creado por Power Line Systems.

El PLS-CADD, Versión 11, requiere de los siguientes datos de entrada para la realización de la Localización Óptima de las estructuras; Topografía detallada del trazado de la línea, Definición de criterios electromecánicos, Definición de la geometría y curvas de utilización de las diferentes estructuras, Costo de cada estructura. Para efectos prácticos, se ingresa el peso en toneladas o kilogramos del acero que conforma cada estructura.

El plantillado se llevará a cabo teniendo en cuenta los criterios de diseño electromecánico adoptados, los tipos, alturas y curvas de utilización de apoyos, las características del conductor de fases y del cable de guarda preestablecidos, las distancias de seguridad eléctrica mínimas exigidas, el valor del tiro desbalanceado para los apoyos en retención.

CAPACIDAD TÉRMICA DE LOS CONDUCTORES

Uno de los aspectos más importantes en el proceso de transporte de energía es la capacidad limitada para conducir corriente de los conductores de fases que componen las líneas. La formulación empleada en este proyecto, se basa en la metodología del IEEE

Standard 738 del 2006, el cual calcula la relación corriente-temperatura de conductores aéreos desnudos.

CAMPOS ELÉCTRICOS Y MAGNÉTICOS

Existen unos límites establecidos por el RETIE, basados en los criterios de la OMS e ICNIRP los cuales tienen prioridad por la limitación de los efectos inmediatos y a corto plazo sobre la salud humana.

CAMPO ELÉCTRICO

Los Campos Eléctricos en las proximidades de líneas de transmisión se calculan asumiendo que no hay cargas libres en el espacio. Se asume que la Tierra es un conductor perfecto porque el tiempo requerido por las cargas para redistribuirse sobre la superficie de la Tierra, bajo la acción de un cambio en el campo aplicado, es extremadamente pequeño comparado con el período de la frecuencia industrial. El software de PLS-CADD calcula la intensidad del Campo Eléctrico y seguidamente se verifica el cumplimiento con lo establecido en el RETIE.

CAMPO MAGNÉTICO

El Campo Magnético de una línea de transmisión se calcula mediante un análisis bidimensional asumiendo líneas paralelas sobre un terreno nivelado. El software de PLS-CADD calcula la densidad de flujo Magnético y seguidamente se verifica el cumplimiento con lo establecido en el RETIE.

CRITERIOS DE DISEÑO ESTRUCTURAL

Una línea de transmisión es un sistema estructural compuesto por elementos discretos (apoyos) y elementos continuos (conductores), que estará expuesto durante su vida útil a una serie de cargas mecánicas de orígenes diversos. Las cargas pueden ser causadas por el clima, por los procesos de construcción y mantenimiento o, en ocasiones, por la falla estructural de algún componente. El primer tipo de cargas tienen naturaleza estocástica, por tanto, se tratan probabilísticamente, mientras que el resto, se suponen determinísticas.

Una línea de transmisión se debe diseñar considerando la seguridad del público, las condiciones medioambientales y la duración de la infraestructura involucrada. El diseño estructural de una línea se tiene que enfocar a describir adecuadamente las cargas y la respuesta esperada del sistema. En este capítulo se presentan los criterios de diseño estructural para la línea del presente proyecto.

NIVEL DE CONFIABILIDAD

El nivel de confiabilidad de una línea de transmisión se define como la probabilidad de que ésta realice su función (transportar energía eléctrica), bajo un conjunto de condiciones y durante un tiempo especificado (vida útil). El nivel de confiabilidad mecánica, que se adoptará para la línea del presente proyecto, es 1 (uno), el cual, fija el Período de retorno de una carga, producida por un evento climático, en 50 años.