



7

**Anexo.
Alcance Técnico
ADT-APP**

Guía para la estructuración 

de proyectos de infraestructura de
adecuación de tierras en Colombia

Modelo de Asociaciones Público-Privadas (APP)

 Guía para la estructuración

de proyectos de infraestructura de adecuación de tierras en Colombia

Modelo de Asociaciones Público-Privadas (APP)

Gustavo Francisco Petro Urrego
Presidente de la República de Colombia

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR)

Jhénifer Mojica Flórez
Ministra de Agricultura y Desarrollo Rural

Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA)

Claudia Liliana Cortés López
Directora general

Juan Carlos López Gómez
Secretario general

Dora Inés Rey Martínez
Directora técnica de Ordenamiento de
la Propiedad y Mercado de Tierras

Alexander Rodríguez Romero
Director técnico de Uso Eficiente del
Suelo Rural y Adecuación de Tierras

Luz Mery Gómez Contreras
Jefe de la Oficina de Tecnologías de
la Información y las Comunicaciones

Adriana Pérez Orozco
Emiro José Díaz Leal
Juan Carlos Avellaneda Micolta
Mónica Cortés Pulido
Sandra Milena Ruano Reyes
Asesores

Dirección técnica
Alexander Rodríguez Romero
Daniel Aguilar Corrales

Líder temático
Elizabeth Flechas Jiménez
Leonardo Bettin Álvarez

Autores
Leila Durán Sánchez
Olga Fabiola Cabeza Meza
Liliana Freyre Ramos
Juan Pablo Macías Acevedo
Elizabeth Flechas Jiménez
Leonardo Bettin Álvarez

Coordinación equipo de publicaciones
Johana Trujillo Moya

Diseño y diagramación
Angélica Borrás Santos

Corrección de texto y estilo
Gustavo Adolfo Patiño Díaz

Fotografía e imágenes
Banco de imágenes UPRA
Andrés Eduardo Paz Duarte



Tabla de Contenido



Alcance técnico del estudio de prefactibilidad de un proyecto de adecuación de tierras (ADT) financiado bajo modalidad de asociaciones público-privadas (APP)

1.1 Estudios básicos	13
1.1.1 Recopilación y análisis de información	13
1.1.2 Geología	14
1.1.3 Geomorfología	15
1.1.4 Geotecnia general	15
1.1.5 Agrología	16
1.1.6 Climatología y Meteorología	17
1.1.7 Hidrología	18
1.1.8 Hidrogeología	20
1.1.9 Aspectos socioeconómicos	21
1.1.10 Potencial de organización de los beneficiarios del proyecto	22
1.1.11 Información espacial	23
1.1.12 Político institucional	23
1.1.13 Información catastral	24
1.1.14 Situación agropecuaria actual	24
1.1.15 Situación actual de mercadeo	25
1.2 Diagnóstico	26
1.2.1 Determinación del tipo y de las características generales del proyecto y de la población beneficiada	26
1.2.2 Situación ambiental	27

1.3 Planeación	30
1.3.1 Mercado	30
1.3.2 Alternativas de planes agropecuarios preliminares	31
1.3.3 Planteamiento de alternativas de plan de ingeniería	32
1.3.4 Tipos de obras	33
1.3.5 Origen de la iniciativa y mecanismos de financiación	35
1.3.6 Gestión Integral del proyecto	36
1.4 Evaluación económica del proyecto	37
1.5 Conclusiones y recomendaciones; viabilidad de continuar con la factibilidad	46
1.6 Presentación del informe	46

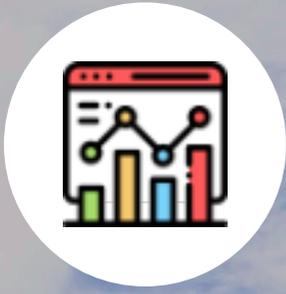


Alcance técnico del estudio de factibilidad de un proyecto de adecuación de tierras financiado bajo modalidad de asociaciones público-privadas

2.1 Estudios técnicos básicos en etapa de factibilidad	53
2.1.1 Recopilación y análisis de la información existente	53
2.1.2 Agrología	53
2.1.3 Cartografía (restitución)	58
2.1.4 Topografía	64
2.1.5 Geología	71
2.1.6 Geomorfología	72
2.1.7 Geotecnia	73
2.1.8 Sismología	79
2.1.9 Climatología y meteorología	80
2.1.10 Hidrología	83
2.1.11 Sedimentología	86
2.1.12 Freatimetría	87
2.1.13 Suministro de agua	88
2.1.14 Cuencas hidrográficas	88
2.1.15 Acuíferos subterráneos	89
2.1.16 Estudios sociales y organizacionales	91
2.1.17 Potencial social y organizativo de los beneficiarios	94
2.1.18 Información catastral	94
2.1.19 Situación agropecuaria actual	96
2.1.20 Mercado	99
2.1.21 Situación actual de ingeniería	100
2.2 Diagnóstico	103
2.3 Planeación	106
2.3.1 Estudio de mercado	106
2.3.2 Plan agropecuario	111
2.3.3 Demandas de agua para riego y requerimientos de drenaje	118
2.3.4 Plan de ingeniería	119
2.3.5 Plan de organización y capacitación de los usuarios	132
2.3.6 Plan de organización del proyecto	132
2.3.7 Aspectos ambientales	137
2.3.8 Costos totales del proyecto	144
2.4 Análisis financiero de fincas tipo, o evaluación financiera del productor	145
2.5 Recuperación de inversiones	153

2.6 Mecanismos de financiación	153
2.7 Gestión integral	154
2.8 Escogencia de la alternativa más conveniente	155
2.8.1 Alternativa escogida	155
2.8.2 Plan de organización del proyecto	155
2.9 Firma del acta de compromiso	156
2.10 Conclusiones y recomendaciones	157
2.11 Informe de selección de alternativa recomendada	158
2.12 Diseños detallados	169
2.12.1 Complementación de estudios técnicos básicos	170
2.12.2 Diseño detallado de las obras	178
2.12.3 Aspectos ambientales	210
2.12.4 Planeación	218
2.12.5 Evaluación del proyecto	220
2.12.6 Definición de indicadores de estado y creación de base de datos dinámica	221
2.12.7 Requerimientos financieros de los beneficiarios	221
2.12.8 Tarifas de riego y drenaje	222
2.12.9 Recuperación de inversiones	222
2.12.10 Pliegos de condiciones para la construcción	224
2.12.11 Firma del acta de compromiso	224
2.12.12 Informe de diseño	225





1

Alcance técnico del estudio de prefactibilidad de un proyecto de adecuación de tierras (ADT) financiado bajo modalidad de asociaciones público-privadas (APP)



El resultado de la prefactibilidad es establecer la conveniencia de continuar con el desarrollo de la siguiente subetapa, o bien, aplazar o rechazar la iniciativa del proyecto, contando con la participación de la comunidad interesada e involucrada.

La prefactibilidad se realizará con base en información disponible del proyecto y en vistas de reconocimiento a la zona, por parte de un equipo multidisciplinario, para identificar las posibles alternativas de ejecución de un proyecto de ADT y determinar en forma preliminar la viabilidad financiera, ambiental, técnica y social de dichas alternativas.

Se prevé recopilar la información para determinar el tipo y las características generales del proyecto, verificar las alternativas tanto de desarrollo agropecuario como de infraestructura, y establecer los posibles beneficiarios, las áreas agrícolas y el proyecto agropecuario por desarrollar.

El resultado final de la etapa de prefactibilidad será contar con un perfil detallado del posible proyecto de ADT, y con la información que permita revisar los parámetros básicos de tipo técnico, social y ambiental, así como los demás aspectos necesarios para evaluar la prefactibilidad y definir si procede su viabilización.

1.1 Estudios básicos

1.1.1 Recopilación y análisis de información

Se deberán lograr la recopilación y el análisis de la mayor cantidad posible de la información existente y disponible, para lo cual se consultarán planes de proyectos de las entidades en el ámbito gubernamental, que se relacionen directa o indirectamente con el área por intervenir. Se deberá actualizar, obtener y analizar los datos hidrológicos, climáticos y meteorológicos, así como la información topográfica, cartográfica, de fotografías aéreas, socioeconómica, de mercadeo y sistemas de comercialización, de uso de la tierra ambiental y todos los demás aspectos de utilidad, para el área del proyecto, que pueda ser aprovechable para la identificación.

1.1.1.1 Cartografía

Se obtendrá la cartografía disponible en fuentes secundarias, como informes o estudios de esquema de ordenamiento territorial (EOT), del plan de ordenamiento territorial (POT) o del plan de desarrollo municipal del municipio correspondiente, al igual que las entidades territoriales locales, como las secretarías municipales.

De igual manera, se podrán consultar entidades como el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), el Sistema Integral Georreferenciado de Ordenamiento Territorial (SIGOT), Parques Nacionales, el Instituto Humboldt, el Ministerio del Interior, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), las corporaciones autónomas regionales (CAR), las demás autoridades ambientales competentes y otros organismos públicos que posean información cartográfica de la zona de posible intervención y circundante, incluyendo las cuencas abastecedoras para suministro de agua y receptoras de drenaje del área de posible intervención.

En la cartografía recopilada se deberá localizar e identificar, como mínimo:

- Las unidades territoriales presentes en la posible área de intervención, y la jurisdicción municipal.
- La localización del proyecto, con identificación del departamento, el municipio o la vereda.
- La definición del tipo de proyecto: riego, drenaje, protección contra inundaciones.

- La delimitación, de forma aproximada, del área de posible intervención y, en lo posible, con la identificación de los predios beneficiados.
- La fuente de agua, identificando todo lo relacionado con la cuenca abastecedora.
- Las áreas de restricción ambiental extraídas de los EOT, los POT. Se deberá establecer si existe traslape de las áreas de restricción con el área de posible intervención del proyecto.

1.1.1.2 Fotografías aéreas e imágenes satelitales

Se harán un inventario y una selección de las fotografías aéreas y de las imágenes satelitales o de radar disponibles en el IGAC y en otras fuentes, como la Oficina de Planeación Departamental para el área de estudio y su zona circundante, a fin de permitir su utilización en el estudio. Las fotografías aéreas y la información proveniente de sensores remotos de distintas épocas son útiles para evaluar comportamientos de cauces, zonas de inundación y otros aspectos técnicos.

Esta información será analizada de forma integral por los profesionales que participarán en el estudio, en las áreas de agrología, geomorfología, geotecnia, etc.

1.1.1.3. Estudios locales y regionales

Se consultarán el POT o el EOT, el Plan de Desarrollo Municipal, el Plan de Ordenamiento y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCA) —si existe o si aplica—, la gestión del riesgo y otros estudios locales o regionales que sean pertinentes a la caracterización de la zona, incluyendo, diagnósticos agropecuarios y estudios de mercadeo y comercialización locales y regionales, indicando las fechas de dichos documentos y las fechas de la información que contienen. Se investigará, en las diferentes entidades especializadas o relacionadas con el proyecto, la disponibilidad de información sobre geología, geomorfología, geotecnia, cuencas hidrográficas y aspectos socioeconómicos, de mercadeo y de comercialización, entre otras.

1.1.2. Geología

Se deberán analizar los diferentes estudios geológicos existentes sobre la región donde se ubica el área de interés; especialmente, los realizados por el Servicio Geológico Colombiano (SGC).

Para los proyectos de mediana y gran escala, y con base en la información recopilada y analizada, se preparará un mapa geológico general del área de estudio, a escala 1:50.000 o mayor, incluyendo las cuencas aledañas aferentes a esta. El



plano llegará a niveles de las grandes unidades geomorfológicas, estratigráficas, litológicas y tectónicas. Se establecerá la composición mineralógica de los cuerpos rocosos, identificando las áreas en proceso de meteorización y erosión, así como las laderas inestables, estableciendo las principales causas de estas situaciones.

Se indicarán, de manera preliminar, las posibles fuentes de materiales para la construcción y la conservación de las obras.

En caso de que el proyecto requiera presa embalse, es necesario confirmar la actividad de las fallas geológicas locales y regionales, para lo cual se requiere emprender un estudio de neotectónica; o sea, evaluar la actividad reciente de las fallas, a través del reconocimiento de estas por evidencias geológicas y geomorfológicas.

1.1.3. Geomorfología

Se preparará un mapa geomorfológico general del área de estudio, a escala 1:50.000 o mayor, incluyendo las cuencas aledañas aferentes a dicha área. Se delimitarán las unidades propias de la dinámica fluvial (terrazas, planos aluviales, cauces abandonados, etc.).

Se realizarán un análisis por fotointerpretación y un análisis de imágenes de diferentes épocas, para evaluar la evolución y establecer aspectos de dinámica fluvial, como la migración de los cauces, los procesos activos de socavación y los depósitos de sedimentos, a fin de evaluar su comportamiento futuro, identificar los riesgos para la estabilidad de obras como bocatomas, diques, canales y carretables cercanos a cauces, y evaluar las zonas en que dichos procesos limitan la actividad agropecuaria.

1.1.4. Geotecnia general

Se consultará la información geotécnica disponible que sea necesaria para asegurar la confiabilidad de los prediseños por realizar en la etapa de factibilidad. En caso de que el proyecto requiera embalse, se realizarán las investigaciones geotécnicas necesarias para asegurar la confiabilidad de los prediseños, incluyendo apiques, barrenos y, si se requiere, sondeos geoeléctricos, complementados con ensayos de laboratorio. Dicha confiabilidad debe lograrse con un plan de trabajo que determine y justifique el especialista en geotecnia, acorde con el nivel de complejidad del proyecto, lo que debe incluir, además de la exploración del subsuelo en las diferentes estructuras por diseñarse, la caracterización física y mecánica de las muestras alteradas e inalteradas del plan propuesto.

Dichos resultados deberán ser incluidos como anexos del informe de análisis, el cual deberá incluir una selección de parámetros geotécnicos que conlleven determinar la capacidad de soporte, los asentamientos previstos y la estabilidad de las estructuras planteadas. Dicho plan de trabajo estará relacionado, referenciado y orientado a partir de las normas técnicas colombianas: NTC, RAS 2000 (título G), o las normas sismorresistentes (NSR) vigentes en lo que se refiera a geotecnia.

1.1.5. Agrología

Deberá analizarse la información existente en el IGAC; especialmente, el Estudio General de Suelos en escala 1:100.000 o los que haya de mayor escala y detalle para la zona de posible intervención y, si es posible, determinar las limitaciones o la aptitud de los suelos para los cultivos propios de la región, para así clasificar los suelos por su capacidad de uso y manejo y determinando las áreas para las cuales es aconsejable adelantar obras de ADT tierras (riego o drenaje y protección contra inundaciones).

También se podrán consultar estudios agrológicos existentes sobre la región donde se ubica el área potencialmente beneficiada por el proyecto y, si es posible, determinar las limitaciones o la aptitud de los suelos para los cultivos propios de la región, así como identificar las unidades de suelos y sus características principales.

- Descripción de los estudios existentes, su nivel de detalle y las necesidades de complementación.
- Identificación y delimitación de las principales unidades de suelos.
- Límites físicos generales que permitan delimitar las áreas potencialmente aptas para desarrollar con riego y drenaje.
- Características de los suelos de cada unidad.
- Nombre, código y tamaño de las unidades de capacidad en el área de posible intervención.
- Mapas existentes de suelos, con la identificación de unidades y localización de los lugares de colección de los perfiles modales.
- Aptitud y uso de los suelos, sus limitaciones y el uso potencial con proyecto.
- Conclusiones que permitan determinar las áreas adecuables y las no adecuables, así como describir los sistemas requeridos de adecuación, de acuerdo con los tipos de explotación propios de la zona.

1.1.6. Climatología y meteorología

Se obtendrá la información climatológica y meteorológica disponible en fuentes secundarias, como informes o estudios de EOT, POT o el plan de desarrollo municipal del municipio correspondiente, así como de las entidades territoriales locales, como las secretarías municipales, las estaciones del IDEAM más cercanas a la zona objeto de estudio, y cubriendo: precipitación, temperatura, humedad relativa, dirección y velocidad del viento, brillo solar y evaporación. Con base en toda esta información, se adelantará la caracterización climatológica de la zona del proyecto.

Los análisis de precipitación se deben adelantar con base en información de las estaciones del IDEAM más cercanas a la zona de estudio, en cuanto a caudal de medios, máximos o mínimo, y con probabilidad de excedencia del 75 %.

Se efectuará un análisis estadístico de las series de lluvias mensuales del área del proyecto y de las posibles cuencas aportantes, con el propósito de evaluar la distribución mensual de la pluviosidad media y la de un año seco con probabilidad de ocurrencia de una vez en cinco años.



Debido a los efectos de la variabilidad climática y el cambio climático, cuando se disponga de los datos pertinentes se revisará la información de las variables climatológicas de los periodos de condiciones extremas relacionadas con fenómenos como los de El Niño y La Niña, al igual que de condiciones climatológicas extremas. Se evaluarán los valores extremos para estos periodos, así como la duración del fenómeno.

Se deberá analizar la influencia de estas condiciones en la evaluación de la disponibilidad de agua en las fuentes, así como la evolución de los caudales y las crecientes en los casos de protección contra inundaciones, lo cual deberá servir de base para el análisis de los factores de riesgo en cada proyecto.

1.1.7. Hidrología

Se recopilará la información existente sobre caudales mensuales mínimos, medios y máximos, y sobre sedimentos, en las posibles fuentes de abastecimiento de agua.

Deberán obtenerse, para cada una de las fuentes en consideración, los caudales medios mensuales, los máximos, mínimos y los caudales mensuales para una excedencia del 75 %.

Sin embargo, lo más frecuente es la ausencia de este tipo de información. En tal evento, los caudales deberán generarse con base en las lluvias y en las características morfológicas de las cuencas, en la comparación con fuentes cercanas o por cualquier otro método, siempre y cuando este garantice una buena confiabilidad de los resultados.

Deberá hacerse una evaluación de los efectos de los fenómenos climáticos sobre la disponibilidad de agua en las fuentes seleccionadas y las demandas de agua de los cultivos.

Cuando el proyecto requiera presas de almacenamiento, drenaje o protección de inundaciones, como resultado de los análisis hidrológicos, se deberá contar, como mínimo, con la información que se detalla seguidamente, dependiendo de las obras consideradas en el plan de ingeniería.

Para presas de almacenamiento, se debe hacer la estimación del tamaño del embalse, por medio del balance de entradas y salidas, de modo que incluya:



- Caudales de entrada.
- Precipitaciones directas sobre el embalse.
- Necesidades de riego de los cultivos.
- Evaporación directa del embalse.
- Infiltración.
- Embalse muerto y borde libre, entre otros.
- Predimensionamiento del vertedero de excesos y el túnel de desviación.

Cuando se requiere obras de drenaje:

- Precipitaciones máximas anuales para días consecutivos de 1 a 5.
- Análisis de frecuencias de las precipitaciones máximas para días consecutivos.
- Tiempo permisible de inundación de cada uno de los cultivos.
- Determinación de los módulos de drenaje, de acuerdo con las características de la textura de los suelos y con el tiempo permisible de inundación.

Cuando se requieren obras de protección contra inundaciones:

- Volumen máximo que se embalsará cuando se contemple la construcción de una presa de regulación.
- Predimensionamiento de la presa, de las obras de desviación y del vertedero de excesos; caudales máximos anuales.
- Análisis de frecuencias de caudales para diferentes periodos de retorno.
- Niveles máximos asociados a los caudales determinados por medio de las características hidráulicas y geométricas del cauce en estudio.

1.1.7.1 Disponibilidad de agua

Los caudales aprovechables corresponderán a los caudales mensuales para una excedencia del 75 % —estimados según como se indica en el acápite Climatología e hidrología, de este capítulo—, deducidos los caudales ecológicos y los consumos actuales y potenciales para otros propósitos prioritarios, aguas arriba y aguas abajo del posible sitio de captación, aunque para ello no se cuente con las respectivas concesiones de agua. La información sobre estos consumos adicionales se obtendrá directamente en el campo y se corroborará con la CAR correspondiente.

Se deberá revisar la información disponible sobre calidad de agua de las fuentes identificadas; en lo posible, se debe recopilar información sobre parámetros básicos de calidad fisicoquímica y bacteriológica que permita establecer si el agua de las fuentes es apta o no para riego, sin afectar la calidad de los suelos o los cultivos ni sus productividades.



1.1.7.2. Zonas inundables o con problemas de drenaje

Se identificarán y se localizarán las zonas que presenten problemas de inundación, ocasionados bien sea por desbordamientos de fuentes superficiales, o bien, por encharcamientos de aguas lluvias, u ocasionados por las condiciones de topografía y suelos que dificultan o restringen el drenaje adecuado. En estos sitios se determinarán los caudales de inundación (caudales máximos) y los módulos de drenaje.

1.1.8 Hidrogeología

En los casos en que la fuente de suministro para el proyecto esté constituida por acuíferos subterráneos, se deberán adelantar los estudios hidrogeológicos respectivos, que cumplan, al menos, con los siguientes aspectos:

- Recopilación de la información geológica y geofísica existente (información secundaria).
- Reconocimiento en campo.
- Adquisición de datos de resistividad eléctrica de los sondeos eléctricos verticales con la densidad muestral necesaria, en función de las características de la zona y la extensión del proyecto.
- Procesamiento, modelamiento e interpretación de capas geoeléctricas de cada sondeo, y su relación con la litología del subsuelo.
- Elaboración de perfiles geoeléctricos del área de interés.
- Correlación de la interpretación geofísica con la información geológica.
- Procesamiento de datos, así como elaboración de la memoria de cálculo y del informe final, con sus respectivos mapas, cuadros, registros fotográficos y gráficos, con recomendaciones y conclusiones. Lo anterior debe especificar la ubicación geográfica de los posibles puntos de localización de pozos profundos para abastecimiento de agua y el caudal esperado de ellos, el prediseño de los pozos, las cantidades de obra y el costo aproximado de esta.
- Para cada fuente o alternativa de suministro de agua para el proyecto, se deberá establecer la existencia de información secundaria, referente a la calidad de este recurso hídrico que puedan tener la CAR competente, la Secretaría de Salud o la entidad que haga sus veces (sobre muestreos de agua cruda) o las empresas prestadoras del servicio de acueducto, entre otros. A la luz de la norma vigente, se debe definir el cumplimiento de los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso al uso agrícola y al pecuario.
- Revisión y complementación de la información de las concesiones de agua



otorgadas por la autoridad ambiental sobre las fuentes de agua en análisis.

1.1.9. Aspectos socioeconómicos

1.1.9.1. A nivel municipal

Con base en la información recopilada y analizada —especialmente, la contenida en los planes o los esquemas de ordenamiento territorial de las unidades territoriales con jurisdicción en el área beneficiada del proyecto, listados catastrales, información de la Secretaría de Desarrollo Departamental o las municipales, de las Unidades Municipales de Asistencia Técnica Agropecuaria (UMATA) y estudios y diagnósticos sociales locales, entre otros, que tengan relación con la situación social, cultural y organizativa de la población potencialmente beneficiada por el proyecto y de su área de desarrollo de actividades productivas, comerciales y sociales—, se hará un resumen que contemple, entre otros, los siguientes aspectos:

- **Identificación de las unidades territoriales:** Caracterizar el territorio, la estructura político-administrativa.
- **Demografía:** Se obtendrá información demográfica disponible en fuentes secundarias, como informes o estudios de EOT, POT o el plan de desarrollo municipal del municipio correspondiente, al igual que de las entidades territoriales locales, como las secretarías municipales, el Sistema de Identificación de Potenciales Beneficiarios de Programas Sociales (Sisbén) y el DANE, entre otros, de manera que se pueda establecer: la población total, la directamente beneficiada y la estructura de la población según grupos de edad, escolaridad y sexo. También: una descripción de la población y su conformación por grupos, condición social y étnica y su participación en las labores agrícolas relacionadas con el proyecto; los rasgos históricos y culturales de la población dinámica y la estructura poblacional, y una descripción de la población según condición étnica (para el caso de comunidades étnicas), social y económica y el nivel de escolaridad en general.
- **Calidad de vida:** Descripción de la vivienda, los servicios públicos, la educación, la salud, la fuerza de trabajo, los gastos de las familias, la situación actual alimentaria y las condiciones de las vías.
- **Instituciones y organización comunitaria:** Describir las organizaciones comunitarias; ubicar y relacionar los líderes y las instituciones que pueden apoyar el desarrollo del proyecto.
- **Seguridad alimentaria:** Identificar cómo mejoraría las condiciones de alimentación de los beneficiarios y la contribución a la unidad territorial.



1.1.9.2. En el área potencial del proyecto

Con base en la información recopilada en campo, debe presentarse el análisis de las variables sociales allí contenidas y específicas para el área potencial del proyecto, previa tabulación y previo procesamiento de las cifras obtenidas.

Se debe presentar el listado de los posibles o potenciales beneficiarios, que incluya: nombre del beneficiario o el poseedor; tipo y estado de posesión del predio; área del predio (en hectáreas y su equivalencia en unidad agrícola familiar [UAF]) y el área que los usuarios pretenden regar.

1.1.10. Potencial de organización de los beneficiarios del proyecto

- **Estrategia de participación:** Plantear una estrategia de participación en caso de que sea viable el proyecto desde lo técnico y lo social, tomando en cuenta las características y las condiciones sociales y culturales de los beneficiarios.
- **Conclusiones y recomendaciones:** Con base en el estudio social, se presenta una breve conclusión y recomendación de la viabilidad y la sostenibilidad social y participativa del proyecto de ADT.



1.1.11. Información espacial

1.1.11.1. A nivel municipal

Con base en la información disponible en fuentes secundarias, como informes o estudios de EOT, POT o el plan de desarrollo municipal del municipio correspondiente, al igual que en las entidades territoriales locales, como las secretarías municipales, se hará la caracterización de:

- Los servicios públicos que se presten en la zona de posible intervención del proyecto, como: riego, drenaje, protección contra inundaciones, acueducto, alcantarillado, manejo de residuos sólidos, energía eléctrica y telecomunicaciones.
- Los servicios de salud, vivienda y educación que se presten en la zona de posible intervención por el proyecto, en el municipio y en la posible área de influencia.
- Medios de transporte existentes en la zona de posible intervención y de influencia del proyecto; identificar todos los medios de transporte presentes y el estado de la infraestructura, como vías y puertos, al igual que de los vehículos que prestan el servicio.
- Usos de los recursos naturales y, en especial, del agua.
- Presencia de comunidades étnicas, con la descripción del territorio ocupado, la población, las actividades productivas tradicionales desarrolladas, la tecnología y el mercado. Organización social, con el detalle de las normas colectivas y las autoridades tradicionales, locales y legalmente reconocidas.

1.1.11.2. En el área potencial del proyecto

Con base en la información recopilada en campo, debe presentarse el análisis de las variables sociales allí contenidas y específicas del área potencial del proyecto, previa tabulación y previo procesamiento de las cifras obtenidas.

1.1.12. Político institucional

Con base en la información disponible en fuentes secundarias, como informes o estudios de EOT, POT o el plan de desarrollo municipal del municipio correspondiente, al igual que en las entidades territoriales locales, como las secretarías municipales, se identificará la presencia institucional y la presencia de programas, proyectos y estudios que tengan relación con el área de futura intervención o su área de influencia.



Se deberá identificar las organizaciones comunitarias y locales del área del proyecto, con la descripción de las actividades desarrolladas, los líderes o los representantes de cada organización, y los logros o los objetivos de cada una.

1.1.13. Información catastral

Con base en la información disponible en fuentes secundarias, como informes o estudios de EOT, POT o el plan de desarrollo municipal del municipio correspondiente, así como de las entidades territoriales locales, como las secretarías municipales, al igual que la suministrada por los posibles beneficiarios, se recopilará información que caracterice, por lo menos, los siguientes aspectos prediales básicos:

- Identificación de los predios ubicados en la zona del proyecto.
- Descripción de la situación legal de los predios identificados en la zona de posible intervención.
- Información general alfanumérica y cartográfica del tamaño de los predios.

1.1.14. Situación agropecuaria actual

Con base en la información primaria de la visita de identificación y en la información secundaria, debe adelantarse el análisis de la situación y de las características de la producción actual agropecuaria en el área del proyecto, la cual debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- **Uso del suelo:** Cultivos y sus rendimientos; ingresos y egresos por hectárea-año, y tecnología aplicada; tipos de explotación pecuaria; población ganadera; tecnología aplicada; rendimientos, ingresos y egresos por hectárea-año; volumen y valor de la producción actual; valor de la mano de obra, y ocupación de la mano de obra.
- **Servicios de apoyo a la producción:** Provisión de insumos agropecuarios; programas de extensión agropecuaria y asistencia técnica; crédito; mecanización; disponibilidad de maquinaria y equipos para el desarrollo de las actividades de la producción agropecuaria.
- **Entidades financieras presentes en la zona:** Capacidad crediticia de los beneficiarios potenciales; gremios y centros de investigación con asiento en la zona; organizaciones campesinas en la zona, y organizaciones de productores en la zona.

Asimismo, se identificarán las limitantes a la producción agropecuaria y la relación con la problemática planteada por los futuros usuarios.



1.1.15. Situación actual de mercadeo

Se deben caracterizar las condiciones de mercado para los productos existentes, con base en información secundaria recopilada de documentos históricos, como los producidos por el Gobierno nacional sobre políticas de competitividad y herramientas oficiales de información, como Agronet, SIPSA, los boletines del DANE, los anuarios del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, e información estadística de gremios, registros y evaluaciones agrícolas y pecuarias de municipios y departamentos.

Deben revisarse y analizarse, con base en la información primaria de la visita de identificación e información secundaria, para los productos agropecuarios que se obtienen en la condición actual:

- Canales y circuitos de comercialización (información detallada).
- Agentes principales para realizar la comercialización.
- Precios y estacionalidad de productos agropecuarios.
- Destino final de la producción actual.
- Impacto de la producción actual en los mercados terminales.
- Infraestructura existente para la producción actual, estado de las vías y costos de transporte.
- Disponibilidad de maquinaria y equipos para el desarrollo de las actividades de la comercialización y la agroindustria, así como de la producción agropecuaria.
- Limitantes de la comercialización.





1.2. Diagnóstico

En esta etapa, el organismo público ejecutor, el originador de la iniciativa o los posibles usuarios deberán elaborar un diagnóstico sobre las características físicas, climáticas, productivas y de comercialización, así como de los aspectos agropecuarios, sociales y organizativos más sobresalientes de la zona del proyecto y de su área de influencia, e identificar las principales actividades económicas y las restricciones ambientales, agroeconómicas, tecnológicas, legales y de comercialización que limitan el buen desempeño de la producción agropecuaria.

1.2.1. Determinación del tipo y las características generales del proyecto y de la población beneficiada

Con base en el análisis de la información de fuentes secundarias existente, en la información primaria obtenida durante el reconocimiento de campo y en la evaluación posterior de ambas actividades, se definirán, de manera preliminar, las soluciones necesarias para corregir los limitantes a la producción, incluyendo los requerimientos de infraestructura y de agua para riego y comercialización, y se plantearán la magnitud del proyecto (área por beneficiar), los beneficiarios (número de familias) y sus condiciones socioeconómicas y su interés en participar en el desarrollo del proyecto. Se realizarán las actividades detalladas a continuación.

1.2.1.1. Definición del problema o la necesidad, y del proyecto como respuesta o solución

El problema o los problemas que limitan el desarrollo de la producción agropecuaria en el área del proyecto deben ser los planteados por la comunidad interesada al presentar la solicitud de identificación del proyecto.

En la prefactibilidad se podrá confirmar la apreciación inicial de la comunidad, o definir la verdadera naturaleza de los problemas y sus posibles soluciones; por lo tanto, durante dicha etapa se definirá si se trata de un proyecto de riego, de drenaje, de protección contra inundaciones o de la combinación de estos.

1.2.1.2. Límites del proyecto

Los límites del área del proyecto se establecerán a medida que avancen las actividades constitutivas de la prefactibilidad. Se parte de una extensión apreciada sobre la cartografía existente o sobre la ampliación de una fotografía aérea o imágenes de satélite, la cual se irá precisando cuando se efectúe el reconocimiento de campo. Dicha área deberá referirse a cada una de las posibles alternativas identificadas para permitir que estas se estudien y se evalúen separadamente.

Debe entregarse la ubicación del proyecto sobre cartografía IGAC escala 1:10.000 (si existe) o escala 1:25.000. Adicionalmente, debe entregarse el polígono correspondiente a dicha área, en formato shapefile File, Geodatabase o KMZ.

1.2.2. Situación ambiental

Con base en la información recopilada y analizada, se deberá establecer la coherencia entre el proyecto de ADT y los instrumentos de ordenamiento territorial y ambiental; se hará un resumen que contemple, entre otras, las variables que se explican seguidamente.

1.2.2.1. Localización, área y fuente de abastecimiento

- **Localización del proyecto y tipo de proyecto:** Con base en la cartografía y otros medios visuales, se debe delimitar la localización del proyecto identificado; en esta última, a su vez, se debe detallar información relevante, como: centros poblados, vías, cuerpos de agua, cobertura vegetal y localización de los predios que se van a beneficiar.



- **Definición del tipo de proyecto identificado:** El tipo de proyecto se refiere a proyecto de riego, drenaje o de protección contra inundaciones, siempre y cuando esté asociado al proyecto productivo.
- **Determinación del área por desarrollar:** Una vez se realicen el análisis y el estudio conjunto desde el punto de vista técnico y ambiental, deberá determinarse la máxima área potencial que conformará el área bruta, conocida como área por desarrollar.
- **Fuente de abastecimiento y tipo de fuente:** Se debe establecer cuál sería la fuente de abastecimiento de agua para el proyecto; si es superficial o subterránea, definir la distancia al área por regar, delimitar la cuenca abastecedora y definir la macrocuenca a la que pertenece, la zona hidrográfica y las subcuencas. Se debe indicar la distancia aproximada a la zona por desarrollar.
- **Cuenca receptora:** De manera similar al abastecimiento, debe identificarse la cuenca receptora de las aguas de exceso de riego, drenaje y escorrentía superficial del proyecto identificado en el área de desarrollo.

1.2.2.2. Restricciones ambientales y características generales

Restricciones ambientales

Se debe revisar que el proyecto identificado no se encuentra localizado en el área de influencia directa o indirecta del área de restricción ambiental establecida en los instrumentos de ordenamiento ambiental y territorial.

Inicialmente, se debe tener en cuenta que existen áreas de exclusión y otras áreas de conservación, amparadas bajo legislación nacional ambiental vigente y convenios internacionales, lo cual imposibilita su intervención en algunos casos; en otros casos podrán ser intervenidas con restricciones.

Las áreas consideradas de exclusión corresponden a:

- Sistemas de Parques Naturales Nacionales (parque nacional, reserva natural, área natural única, santuarios de fauna y flora, vía parque).
- Parques Naturales Regionales.
- Suelo urbano.
- Áreas arqueológicas protegidas.
- Páramos.
- Reservas forestales protectoras.



Las áreas sujetas a restricciones o condicionantes corresponden a:

- Reservas de la biosfera.
- Humedales del Convenio Ramsar, otros humedales, cuerpos de agua y drenajes dobles.
- Reservas Forestales (Ley 2ª de 1959).
- Sustracciones a reservas forestales (Ley 2ª de 1959).
- Resguardos indígenas.
- Tierras de comunidades negras.
- Proyectos de manejo integrado.
- Proyectos de conservación de suelos.
- Áreas de recreación.
- Reservas naturales de la sociedad civil.
- Áreas de patrimonio mundial-paisajes culturales.
- Zonas de reserva campesina.

Características ambientales generales de la zona del proyecto

Con base en la información recopilada y analizada (POMCA; POT; EOT; IGAC; SINAP, Tremarctos Colombia; IDEAM, Autoridad Ambiental, etc.), se deberán establecer las características ambientales generales del área del proyecto, de modo que se incluyan los tipos de ecosistemas existentes, aspectos bióticos y abióticos.

Ordenamiento territorial

Con base en los planes de ordenamiento y manejo de la cuenca, donde se encuentre ubicada la fuente de abastecimiento y el POT de los municipios contenidos en ella y en el proyecto, habría que realizar un estudio sobre:

- **Conflictos de uso:** Que puedan generarse por la construcción del proyecto propuesto con los diferentes programas y los proyectos establecidos en los planes de manejo y ordenamiento de la cuenca o en los POT. En consecuencia, el área por desarrollar del proyecto identificado debe ser considerada área de desarrollo agropecuario o afín a ello.
- **Concesiones de agua:** Establecer las concesiones de agua otorgadas aguas arriba y aguas abajo del sitio de captación de la fuente abastecedora, información que, como ya se estableció, será suministrada por la CAR competente.





1.3. Planeación

Se plantearán, de manera preliminar, las posibles soluciones para corregir los limitantes a la producción y a la comercialización. Se establecerán, igualmente de manera preliminar, la magnitud del proyecto (área), los beneficiarios potenciales y sus condiciones sociales y el interés en participar en el desarrollo del proyecto, el número y el tamaño (ha) de los predios por beneficiar, las extensiones totales (ha) que posee cada beneficiario potencial (sumatoria de áreas dentro y fuera del área del proyecto) y sus formas de tenencia, y las perspectivas o las proyecciones de la producción agropecuaria, realizando las actividades que se detallan a continuación.

1.3.1. Mercado

Con base en la información de fuentes secundarias y la obtenida a partir de la visita de identificación, recopilada y analizada, se hará un informe que permita orientar el planteamiento del plan agropecuario y ser un apoyo permanente en las decisiones de producción durante la operación del proyecto.

Inicialmente, el estudio de mercado se realizará a partir del uso actual y potencial

del proyecto, analizando e identificando cuáles productos podrían tener realmente mercado a precios rentables. Se debe presentar la evolución de áreas, volúmenes y precios de los diferentes productos agropecuarios, a escala local, municipal, departamental y nacional para un periodo mínimo de los cinco últimos años.

Como resultado, debe tenerse una lista preliminar de productos, así como de cantidades máximas por ofrecer y de precios de venta, con los cuales se elaborará el plan agropecuario.

Con posterioridad, y simultáneamente con las áreas propuestas del plan agropecuario, se deberá demostrar que los volúmenes de producción esperados para las variedades propuestas tendrán una demanda efectiva. Como resultado de esta etapa, se deberán indicar los sitios de venta, con sus respectivos volúmenes, precios, forma, disponibilidad y costos de transporte, etc., y presentando las respectivas cartas de intención de compra.

Se debe verificar que las actividades agrícolas o pecuarias propuestas estén conforme a los planes de desarrollo y la política nacional del sector agropecuario.

1.3.2. Alternativas de planes agropecuarios preliminares

Con base en las posibilidades agroecológicas locales y de la región, así como en las características socioeconómicas de los agricultores y los resultados del estudio de mercado —que incluya un análisis preliminar de la producción, de la demanda y de precios de los costos unitarios de producción y de los precios unitarios de venta—, deberán presentarse, de forma preliminar, aquellas alternativas de plan agropecuario que se consideren atractivas para ser desarrolladas con el proyecto. En ellas, se deberán identificar los principales rubros y productos y las principales limitantes que actualmente impiden su desarrollo en la región.

Las alternativas de plan agropecuario se formularán únicamente en términos generales, de proyecto, y no de finca tipo, y deberán considerar, entre otros, los siguientes aspectos:

- Selección de cultivos y explotaciones pecuarias.
- Patrones de cultivos (tecnológicos y de costos de producción).
- Costos unitarios de producción.
- Rendimientos por ha/año o por unidad de producción/año.
- Precios unitarios de venta de los productos en el ámbito de finca o del productor.



- Áreas anuales sembradas y cosechadas, por cultivo y rotaciones, indicando fechas de siembra y fechas de cosecha.
- Desarrollo del hato hasta llegar a su plena producción.
- Volúmenes y valores anuales de la producción agropecuaria.
- Políticas agropecuarias vigentes.
- Requerimientos de agua para riego.
- Demanda mensual y anual de mano de obra para la producción agropecuaria.

1.3.2.1. Balance hídrico y demandas de agua

Partiendo de la disponibilidad de agua para proyectos de riego y utilizando los estimativos de la demanda hídrica, se hará una comparación entre las dos.

Con base en los periodos de siembra, ciclo vegetativo, condiciones agrológicas y climáticas y otros factores pertinentes, se calcularán el uso consuntivo y el balance hídrico que permitirán determinar las demandas mensuales, anuales y decadales de riego para todo el distrito, teniendo en cuenta las eficiencias de aplicación, conducción y distribución de agua.

Con base en la evapotranspiración potencial mensual, debe calcularse el decadal. A partir de la serie de precipitación decadal, se debe calcular el valor de la precipitación con probabilidad de excedencia del 75%, y con este valor, a su vez, calcular la precipitación efectiva con la metodología que se considere.

A partir de la evapotranspiración potencial y la precipitación efectiva, debe calcularse el balance hídrico, para determinar la demanda del cultivo (o los cultivos), el cual debe ser diligenciado para cada uno de los cultivos propuestos en el proyecto.

Para los proyectos de drenaje, se determinarán los módulos de drenaje que permitan predimensionar las obras requeridas para la evacuación de los excesos de agua.

1.3.3. Planteamiento de alternativas de plan de ingeniería

Con base en las actividades anteriores, se harán el planteamiento y el análisis de las alternativas que contribuyan a dar soluciones mediante obras de ADT. El objetivo es obtener un esquema general de la disposición de las obras principales y secundarias y de sus características básicas, que permita efectuar un estimativo preliminar de su costo.



Los aspectos que deberán considerarse son los que se detallan seguidamente.

1.3.3.1. Área por beneficiar

La relación entre la disponibilidad de agua y la demanda de esta indicará el área máxima que, teóricamente, podría ser regada. Esta deberá ser ajustada de acuerdo con el reconocimiento de campo, que tendrá en cuenta las condiciones de topografía y suelos. Los límites del proyecto y de los sectores por beneficiar se localizarán sobre la cartografía disponible. De acuerdo con los requerimientos de obras de riego y drenaje, se establecerá el área total objeto del proyecto.

1.3.4. Tipos de obras

Se determinarán las siguientes características generales:

- **Obras de captación:** Se hará un recorrido de los posibles sitios de captación y, con ayuda de la cartografía disponible, de imágenes de satélite y de fotografías aéreas, se definirán la posible ubicación y las características generales de las obras necesarias. Por ejemplo, si es una derivación directa, si se requiere una presa derivadora, si se trata de una estación de bombeo, si se requiere un sedimentador o si se necesitan obras para estabilización del cauce.
- **Obras de conducción:** Con ayuda de la cartografía disponible, de imágenes de satélite, de fotografías aéreas y de los reconocimientos de campo, se estimarán la posible ruta, el tipo de obra (tubería, canal), los principales accidentes topográficos y la forma de salvarlos (viaducto, sifón, tubería colgante), el tipo de topografía (accidentada, media ladera, plana) y el grado de estabilidad que se aprecie en los terrenos.
- **Obras de distribución:** Se requiere una apreciación sobre el tipo de conducción y los posibles problemas que se observen en las visitas de campo y el análisis de la cartografía disponible, imágenes de satélite y fotografías aéreas disponibles, para llevar el agua a todos los predios.
- **Embalses:** Con la información disponible y los reconocimientos de campo se apreciarán los siguientes aspectos: altura de presa, forma de garganta, longitud a nivel de la cresta, magnitud del área inundable, tipo de terreno y estabilidad de los taludes. Con estos datos podrá estimarse un orden de magnitud del volumen por embalsar y del volumen de la presa. Deberá darse un concepto sobre la posibilidad de utilizar el embalse para otros propósitos adicionales al riego o protección contra inundaciones, como por ejemplo generación de energía eléctrica, acueductos, turismo. Deberán apreciarse los aspectos negativos, como inundación de terrenos y riesgos asociados. En esta etapa el dimensionamiento del embalse y su capacidad reguladora puede obtenerse



con métodos aproximados.

- **Obras de drenaje:** Con ayuda de la cartografía disponible, las fotografías aéreas y los reconocimientos de campo, se estimará la posible ruta el tipo de obra (tubería, canal), los principales accidentes topográficos, el tipo de topografía (accidentada, media ladera, plana) y el grado de estabilidad que se aprecie en los terrenos, las condiciones de descarga a la fuente receptora.
- **Obras de protección contra inundaciones:** Se localizarán las zonas que necesiten protección y se definirán el tipo de obra, la localización y las características generales de las obras requeridas. Deberá considerarse la disponibilidad de fuentes de materiales y las facilidades de construcción.
- **Vías e infraestructura del proyecto:** Se identificarán y se cuantificarán las vías requeridas para la operación, el mantenimiento y la comunicación entre predios que se requieran para asegurar el acceso a todas las obras del proyecto, así como a los predios de los futuros usuarios.

Se deberán establecer los requerimientos de instalaciones propias del proyecto y necesarias para la futura AOC, así como para el manejo poscosecha y para la comercialización, y que sean de carácter indispensable en la operación del proyecto.

34

1.3.4.1. Esquemas de las obras

La localización y las características generales de las obras principales se dibujarán de forma esquemática sobre planos, a escalas adecuadas. Con esta información será posible estimar las longitudes, las dimensiones y los volúmenes globales de los componentes de obra (canales, estructuras hidráulicas, etc.).

1.3.4.2. Estimación del costo de las obras

Los costos de las obras se definirán para grandes componentes, con base en los promedios de las obras similares citadas por el organismo público ejecutor u otras entidades regionales, a fin de obtener estimativos de las inversiones requeridas, agrupadas en capítulos de construcción, suministro e instalación de equipos y elementos, costos de programas asociados y AOC.

Los valores se presentarán por los costos totales y por unidad de área (ha), a precios de mercado en pesos corrientes a la fecha de realizada la identificación.

1.3.4.3. Programación de las obras a inversiones

Tomando en cuenta el tipo de obras y su complejidad, el monto estimado de las

inversiones, y la programación del desarrollo del proyecto por etapas, se prepararán la programación de las obras y las inversiones de dicho proyecto.

1.3.5. Origen de la iniciativa y mecanismos de financiación

1.3.5.1. Origen de la iniciativa

Se debe aclarar e incluir en el informe la procedencia de la iniciativa para la realización del proyecto de ADT. En caso de ser la comunidad, se deberá hacer la relación de requisitos, procedimientos y trámites para la lograr la financiación del proyecto.

1.3.5.2. Mecanismo de financiación de Asociaciones Público Privadas

De acuerdo con la normatividad vigente y la Ley 1508 de 2012, se cuenta con el mecanismo de las APP para la ejecución de proyectos.

Si el proyecto se desarrolla en el marco de una APP, deberán revisarse los requerimientos que para este caso se tienen, y definir si corresponde a una APP de iniciativa privada o si considera la participación del Estado.

Se deberán cumplir con los requerimientos de cada caso y hacer los trámites que se ajusten en dependencia de lo presentado por el originador de la asociación y la viabilidad que se tenga de los estudios.

Se deberán establecer la viabilidad de los estudios presentados por el originador y el paso a la siguiente etapa de concepción del proyecto.

Se revisará si el proyecto hace parte de algún plan nacional/departamental/municipal de desarrollo o sectorial y, tomando en cuenta los potenciales financiadores, se definirán las posibles alternativas de ejecución del proyecto.

1.3.5.3. Mecanismo de financiación estatal directa

Se debe verificar si el proyecto corresponde al plan nacional/departamental/municipal de desarrollo o sectorial.

Dentro del mecanismo de APP, dependiendo del origen de la iniciativa, se requiere identificar el financiamiento y el proceso de selección de la empresa privada que participaría.



Se requiere tener en cuenta lo establecido por la Ley 41 de 1993 y sus decretos reglamentarios, los requisitos establecidos por las entidades que promuevan los programas o las convocatorias y que la AOC estarán a cargo de las asociaciones de usuarios, las cuales podrán delegar esta función.

1.3.6. Gestión integral del proyecto

Se deben establecer posibles agendas de servicios complementarios, y orientar a los posibles beneficiarios para articular los actores de las cadenas existentes o potenciales del área del proyecto, para promover la creación de las organizaciones regionales de cadena, a fin de que, a través de ellas, se identifiquen los puntos críticos y las ventajas competitivas de la cadena, con miras a formular las estrategias de acción.

Gestión para las cadenas productivas

Con base en la información de mercado, las alternativas de plan agropecuario, el diagnóstico de la situación socioeconómica y agropecuaria de la zona del proyecto y la demás información básica existente, se identificarán los planes de negocios que promuevan el desarrollo agropecuario del área de influencia del distrito de riego, estableciendo el grado de compromiso y aceptación por parte de los productores y los requerimientos de servicios complementarios y acompañamiento en estos temas.

Desarrollo empresarial

A partir del análisis de la información social, económica y productiva de los potenciales beneficiarios, debe establecerse el grado de desarrollo empresarial de la comunidad, con miras a la futura administración, operación y mantenimiento del distrito, no solo desde el punto de vista técnico de la infraestructura, sino desde el punto de vista del desarrollo agropecuario, el mercadeo y la comercialización de los productos.





1.4. Evaluación económica del proyecto

La evaluación económica determinará, a escala nacional, el impacto económico que el proyecto generará, y si sus aportes son significativos para justificar el empleo de los recursos escasos de capital y de los demás insumos requeridos para su materialización, para lo cual se deben incorporar los resultados correspondientes a lo descrito a continuación.

La situación sin proyecto, o situación actual

Corresponderá a la condición actual, en la que no se está ejecutando el proyecto. Para este escenario, deberá tomarse el valor presente neto del beneficio neto de los flujos de caja operacional futuros, descontados de la tasa de oportunidad para el capital privado, para un periodo de evaluación de 30 años o el establecido por el consultor, de acuerdo con la actividad productiva y las demás condiciones planteadas, y en el que no se reflejen variaciones positivas o negativas como producto de alguna inversión de capital asociada a la obra de ADT prevista.

La situación con proyecto

Corresponderá a la materialización del proyecto y la obtención de mejoras en los ingresos por la utilización del distrito de riego, de acuerdo con el ciclo productivo

de los cultivos o explotaciones pecuarias, la vida útil de la maquinaria y los equipos y las inversiones en infraestructura realizadas para el distrito. Para este escenario, se deberá tomar el valor presente neto del beneficio neto de los flujos de caja operacional futuros, descontados de la tasa de oportunidad para el capital privado, para un periodo de evaluación de 30 años, o el establecido por el consultor, de acuerdo con la actividad productiva y las demás condiciones del proyecto, y en el que se reflejen variaciones positivas o negativas como producto de las inversiones de capital asociadas a la obra de ADT prevista.

Para la evaluación económica a precios sombra, precios de cuenta o precios sociales, se requiere incorporar:

- Precio sombra de los productos agropecuarios: se obtendrá a partir de los precios paritarios de importación y exportación para los productos transables en el exterior. Para la producción que se comercializa a escala nacional se utilizarán los precios al productor o en finca vigentes en el momento del estudio. Se utilizará la información disponible en el Ministerio de Agricultura, el Banco de la República y los gremios, así como la información de comercio internacional, entre otras fuentes.
- El precio sombra de la mano de obra calificada y no calificada provendrá de los resultados del estudio socioeconómico del proyecto, de información disponible en el Departamento Nacional de Planeación (DNP) y el DANE y de valores utilizados en estudios similares recientes.
- El precio sombra de la divisa provendrá de la información disponible en el DNP o del valor utilizado en estudios similares recientes.
- El precio sombra de los costos del proyecto y de los costos de producción provendrá de los resultados del plan de ingeniería, de los estudios de costos unitarios, de información disponible en el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, Procolombia y el DNP. Los costos del plan de ingeniería se deben valorar a precios económicos o sombra, para lo cual deben identificarse los costos de la mano de obra (calificada y no calificada), el componente importado y el componente nacional.

Para la evaluación económica, se deben considerar, como mínimo:

- Precios sombra de los productos agropecuarios.
- Precio sombra de la mano de obra no calificada y calificada.
- Precio sombra de la divisa.
- Precio sombra de los costos del proyecto y de los costos de producción.
- Análisis de sensibilidad.



Para las evaluaciones a precios económicos y a precios de mercado, se requiere hacer un análisis de sensibilidad para medir, a través de los indicadores, el comportamiento del proyecto frente a posibles cambios en las diferentes variables de este, tales como: áreas adecuadas, rendimientos, precios de los productos, volumen de la producción, costos de la producción agropecuaria y costos del proyecto.

Este análisis determinará si los beneficios incrementales generados por el proyecto son superiores a los costos totales invertidos en él, con base en los precios económicos, los precios sombra, los precios sociales o los precios de cuenta, valorados a precios constantes de la situación con y sin proyecto (actual).

Parámetros y criterios

Para la valoración a precios sombra, o *evaluación económica*, se consideraron los parámetros o criterios que se detallan seguidamente.

Costo de oportunidad del capital para la inversión pública

Para el caso de la evaluación económica, se utilizará una tasa social de descuento del 9 %, tasa estimada por el DNP como representativa del costo de oportunidad del capital social. Se adoptará el valor según la actualización realizada por el DNP.

Precios

Todos los precios, tanto de los insumos como de los productos considerados, son a escala finca o del productor.

Vida útil del proyecto

La vida útil del proyecto, u *horizonte de evaluación*, considerada para el análisis financiero del proyecto será de, máximo, 30 años o la que proponga el consultor, previa aprobación de la entidad competente, tomando en cuenta el ciclo productivo de los cultivos y de las explotaciones pecuarias y la vida útil de la maquinaria y equipo, y de las inversiones en infraestructura del distrito.

Producción, ingresos y costos

Para la situación con el proyecto, la estimación de los ingresos y de los costos se hará para el horizonte establecido. Se considerarán las etapas de construcción (tiempo en el cual se genera la explotación de los cultivos bajo la situación actual),



la etapa de entrada de áreas a la producción con riego, con sus rendimientos incrementales y la etapa de operación del proyecto, comprendida desde la entrada en operación hasta el final del funcionamiento del distrito de riego. Para proyectar los flujos de fondos correspondientes a esta etapa, se determinarán los ingresos, los costos y el ingreso neto de la producción agropecuaria, con la información generada en el plan agropecuario.

Durante la etapa de construcción, la estimación de los ingresos y de los costos del proyecto se efectuará considerando las áreas sembradas en la situación actual, los precios de los productos en finca y los costos de producción estimados en la situación actual.

Dentro de la estructura del total de los costos de producción agropecuaria incluidos en el flujo de fondos, no se consideran los rubros correspondientes a intereses o costos del capital, ni impuestos ni transferencias.

Variables básicas

Las variables que servirán de soporte para el desarrollo del flujo de fondos y la determinación y la valoración de los indicadores de evaluación serán:

- **Ingresos:** las variables estarán conformadas por:
 - **Ventas:** Valor anual de la producción esperada en área por beneficiar, y comercializada por la totalidad de los usuarios potenciales del distrito, tanto agrícola como pecuario, en la situación actual y con el distrito, durante la vida útil de dicho proyecto.
 - **Otros ingresos:** Se requiere incluir esta variable, ante la posible existencia de algunos otros ingresos generados por las actividades agropecuarias con el uso del riego, que los productores desarrollen y que formen parte de los ingresos anuales obtenidos por los usuarios potenciales del distrito, como resultado de la explotación de las áreas por beneficiar.
- **Egresos:** Están representados por lo mencionado a continuación:
 - **Inversiones:** Pagos para compra de tierra, compra de maquinaria y vehículos requeridos para la administración, la operación y el mantenimiento del proyecto de riego; valor de las inversiones de reposición de maquinaria y equipos; inversiones de los servicios de apoyo a la producción; inversiones de las obras de los sistemas prediales de riego y drenaje; adecuación en el ámbito predial; inversiones para el manejo de los impactos ambientales; desarrollo del plan de producción agropecuario, e inversiones en maquinaria agrícola. Para el estudio económico, se adoptarán los porcentajes de



componente externo y componente nacional, que serán definidos por el consultor de acuerdo con los estudios de ingeniería, y serán presentados según como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Porcentajes de componente externo y nacional

Componente		%
Externo		
Nacional	Total	
	Mano de obra calificada	
	Mano de obra no calificada	
	Otros	

- 1. Costos de producción:** Total de los costos anuales de las actividades productivas de corto plazo, al igual que las de sostenimiento de las explotaciones permanentes o de duración de un año o más.
- 2. Costos de operación, administración y mantenimiento del proyecto:** Monto de los costos anuales de operación y mantenimiento; se incorporará para cada año.

Tanto los beneficios como los costos del proyecto se discriminarán y se distribuirán durante el periodo de evaluación de 30 años, y deberán tener una fecha común de análisis, para que los resultados obtenidos puedan compararse adecuadamente.

Los precios paritarios de importación y exportación deben valorarse para el largo plazo, y los precios de los productos transables internacionalmente se deben establecer para una situación normal, eliminando las inflexiones cíclicas de la economía.

Este análisis debe estar fundamentado en la situación agropecuaria actual, el plan agropecuario, el estudio de mercadeo y comercialización, el plan de ingeniería, los costos de operación y mantenimiento, las inversiones ambientales, los equipos requeridos y, en general, en todos los componentes que de forma directa incidan en los beneficios o los costos del proyecto, durante el periodo de evaluación.

Se tomarán en cuenta las áreas de cada cultivo, sus rendimientos incrementales, sus precios y los demás componentes que incidan directamente en los beneficios y en los costos, tanto individuales como totales, del proyecto, valorados a precios económicos.



Los precios de mercado presentan una serie de deformaciones económicas que deben corregirse para deducir los precios económicos, como intereses, impuestos, subsidios y otros aspectos que pueden ser transferencias, como cuotas de fomento, si es el caso, y arrendamientos.

Para el análisis económico, se debe excluir de los patrones de costo la cuota parte de operación y mantenimiento, la cual se involucrará en el flujo del proyecto como un ítem independiente. En los patrones del plan agropecuario, los aspectos ya mencionados deben estar debidamente especificados.

Ni los préstamos ni sus pagos se deben incluir en el flujo del proyecto, aunque deben contemplarse todas las inversiones y los beneficios del proyecto.

Se deberá tener presente la correspondencia de ingreso de áreas adecuadas con el desarrollo del plan agropecuario, a fin de no presentar discrepancias en este aspecto. Los ingresos y los costos se calcularán en el ámbito de finca.

La metodología utilizada en todo el proceso deberá ser la comúnmente aceptada por organismos internacionales de crédito, como el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF) o el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), y nacionales, como la Agencia de Desarrollo Rural (ADR) y el DNP.

Aspectos específicos de la evaluación económica

Deben describirse los supuestos tomados en cuenta para realizar la evaluación económica, de tal manera que estos se puedan constatar. En los aspectos específicos deberá tenerse en cuenta, como mínimo, lo siguiente:

- Precios paritarios económicos de importación o exportación, para aquellos productos del proyecto que se transan internacionalmente.

El ajuste para tener en cuenta las distorsiones de los precios de artículos comercializados en el mercado internacional se hace de la siguiente manera (Price Gittinger, 1987):

El valor económico de un artículo comercializado (ya sea de una importación o de una exportación) en el ámbito de finca o en el lindero del proyecto es su valor de paridad de exportación o importación. Dichos valores se obtienen ajustando los precios CIF (costo, seguro y flete) o FOB (libre a bordo) a valores económicos, para tener en cuenta todos los cargos pertinentes (convertidos también a valores

económicos) entre el nivel de la finca o el lindero del proyecto y el punto en el que se cotiza el precio CIF o FOB; o sea, los costos de transporte interno y los de comercialización entre el punto de importación o el de exportación y el lugar del proyecto.

Si el proyecto propuesto produce algún sustituto de un bien importado, el valor para la sociedad es el de las divisas economizadas al utilizarse el producto nacional valorado al precio en la frontera; en este caso, el precio CIF.

Pero si el proyecto utiliza artículos que de otro modo podrían haberse exportado, entonces el costo de oportunidad para la sociedad de esos artículos lo constituyen las divisas perdidas como consecuencia de las exportaciones a las que se renuncia, valoradas a precios de frontera; en esta ocasión, el precio FOB. Para hacer los cálculos, se requiere el precio económico de la divisa.

- Los beneficios y los costos de los productos agropecuarios que no se transan internacionalmente se valorarán a precios del productor o en el ámbito de finca, deduciendo el valor de las transferencias de los costos respectivos (arrendamientos, impuestos, intereses, subsidios, etc.).

Para ajustar las imperfecciones de mercado (tales como situaciones monopolistas, precios políticos, transferencias impositivas, etc.), se ajustarán los costos agropecuarios, los de inversión y todos los demás del proyecto, para convertirlos en precios económicos o precios cuenta.

Los costos de producción, o patrones de costos de los productos, evaluados a precios paritarios, se valorarán a precios económicos o cuenta, desagregándolos de la forma como muestra la tabla 2.

Tabla 2. Patrones de costos

Cultivo	Precios de mercado	Precios económicos
	Total nal. ext.	Total nal. ext.
Mano de obrano calificada		
Insumos		
Equipo		
Transferencias		
Otros		
Total		

$$RPC \text{ (razón precio cuenta)} = \frac{\text{((total precio económico))}}{\text{((total precio de mercado))}}$$

Si en los patrones de costos se toma el precio económico de la mano de obra no calificada, este hecho se anotará para hacer claridad sobre el particular.

- La metodología anterior se utilizará para definir lo correspondiente al costo de las inversiones en obras y a los costos de operación y de mantenimiento.
- Los insumos, los equipos, la maquinaria y otros rubros de costos se desagregarán en componente nacional y componente externo. Este último se afectará por el precio social de la divisa.
- Otros costos y beneficios, así no tengan demasiado peso dentro de los totales del proyecto, se valorarán a precios de mercado, y se indicará este hecho. En caso contrario, se calcularán los precios cuenta, de acuerdo con lo ya descrito.

Parámetros nacionales para tener en cuenta

Se tendrán como parámetros nacionales los siguientes:

- **Tasa social de descuento:** Se utilizará una tasa social de descuento del 9 %, tasa estimada por el DNP como representativa del costo de oportunidad del capital social. Se adoptará el valor según la actualización hecha por el DNP.
- **Precio social de la divisa:** Se debe consultar a la Unidad Agraria del DNP, tomando en cuenta que el numerario de la evaluación es consumo.
- **Precio social de la mano de obra no calificada:** Debe ser calculado para la región, tomando en cuenta el nivel de empleo de la zona rural del proyecto y los salarios pagados en dicha zona. Deberán presentarse las memorias de cálculo y la sustentación de la metodología y los supuestos empleados.

Se deben presentar las respectivas memorias de cálculo, en anexo separado.

- **Análisis de sensibilidad:** Se deberán hacer cálculos de sensibilidad independientes con respecto a los cambios porcentuales en los rendimientos, los precios de productos agrícolas y pecuarios, los costos de producción agropecuarios, el costo de obras, el retraso y el adelanto en el programa de inversiones, y el incremento o la disminución de las áreas de adecuación predial, a fin de determinar la solidez del proyecto frente a estas situaciones. Para este análisis se deben considerar las variaciones que se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Indicadores para el análisis de sensibilidad

Ítem	Variación	Ítem	Variación
Rendimientos	-15 %	Precios agropecuarios	-15 %
Costos de obra	+10, 20 y 30 %	Costos de producción	+15 %
Costos de obra	+10, 20 y 30 %	Costos de producción	+15 %
Tiempo de construcción de las obras	+ 1 y 2 años	Área predial adecuada	+/- 10 %

Los cálculos de sensibilidad serán independientes con respecto a cambios porcentuales negativos en los rendimientos (los precios de productos agrícolas y pecuarios) y positivos en los costos de producción agropecuarios y en el costo de obras. Tales porcentajes podrán ser ajustados de acuerdo con las tendencias económico-productivas del momento en que se haga la evaluación, y al criterio del organismo ejecutor. También se deben considerar (para el análisis de sensibilidad) la disminución del área de riego adecuada y el retraso en la ejecución de las inversiones.





1.5. Conclusiones y recomendaciones; viabilidad de continuar con la factibilidad

Se deberán resumir en las conclusiones y las recomendaciones los puntos más destacados de la identificación que permitan determinar la viabilidad de proseguir con la ejecución de la segunda factibilidad del proyecto.

Las conclusiones y las recomendaciones deben corresponder a:

- El proyecto, a nivel de la prefactibilidad, es o no es atractivo o viable.
- Pasar a la factibilidad.
- Aplazar el proyecto.
- Rechazar el proyecto.
- Obtención de información adicional y ampliación de los análisis de identificación.

1.6. Presentación del informe

Se presentará el informe final a la organización que en la prefactibilidad represente a los usuarios, con la participación del originador de la APP, el validador

de la iniciativa, el organismo público ejecutor y las entidades territoriales interesadas que correspondan, de acuerdo con el tipo de proyecto y de iniciativa.

El informe debe contener, al menos, los ítems que se detallan a continuación.

- 1 Introducción
 - 1.1. Origen del proyecto
 - 1.2. Actividades previas realizadas
 - 1.3. Organismos gubernamentales y otras organizaciones participantes
 - 1.4. Forma, plazos y condiciones en que se preparó el estudio de identificación
- 2 Caracterización de la zona de influencia del proyecto
 - 2.1. Generalidades geográficas
 - 2.1.1. El municipio de XXXXXXXX
 - 2.1.2. Localización del área del proyecto
 - 2.2. Geología-geomorfología
 - 2.2.1. Geología
 - 2.2.2. Geomorfología
 - 2.2.3. Conclusiones y recomendaciones
 - 2.3. Agrología
 - 2.3.1. Recopilación, descripción y análisis de la información secundaria
 - 2.3.2. Unidades cartográficas de suelo
 - 2.3.3. Clasificación agrología de suelos por capacidad de uso (uso potencial)
 - 2.4. Climatología y meteorología
 - 2.5. Hidrología
 - 2.5.1. Información hidrométrica (o climatológica, cuando sea del caso)
 - 2.5.2. Distribución temporal de los caudales mensuales estación XXXXXXXXXX
 - 2.5.3. Distribución temporal de los caudales mensuales en el sitio de captación (cuando se calculen por transposición de cuencas)
 - 2.5.4. Disponibilidad de agua
 - 2.5.4.1. Caudal ecológico
 - 2.5.4.2. Concesiones
 - 2.5.4.3. Disponibilidad de agua
 - 2.5.5. Zonas inundables o con problemas de drenaje
 - 2.6. Aspectos socioeconómicos
 - 2.6.1. A nivel municipal
 - 2.6.2. En el área potencial del proyecto
 - 2.7. Potencial de organización de los beneficiarios del proyecto
 - 2.8. Información espacial
 - 2.8.1. A escala municipal
 - 2.8.1.1. Servicios públicos
 - 2.8.1.2. Servicios sociales
 - 2.8.1.3. Presencia de comunidades étnicas
 - 2.8.2. En el área potencial del proyecto



- 2.9. Político institucional
- 2.10. Información catastral
 - 2.10.1. Condición jurídica de los predios
 - 2.10.2. Distribución predial del área del proyecto
- 2.11. Situación agropecuaria actual
 - 2.11.1. Uso actual del suelo
 - 2.11.2. Resultados de la producción actual
 - 2.11.3. Servicios de apoyo a la producción
 - 2.11.3.1. Disponibilidad de maquinaria y equipos para el desarrollo de las actividades agropecuarias: producción, comercialización y agroindustria.
 - 2.11.3.2. Limitantes de la producción agropecuaria y limitantes de la comercialización
 - 2.11.3.3. Entidades financieras presentes en la zona
- 2.12. Situación actual de mercadeo
- 3 Diagnóstico
 - 3.1. Determinación del tipo y las características generales del proyecto y de la población beneficiada
 - 3.1.1. Definición del problema o la necesidad, y del proyecto, como respuesta o solución
 - 3.1.2. Límites del proyecto
 - 3.2. Situación ambiental
 - 3.2.1. Localización, área y fuente de abastecimiento
 - 3.2.2. Restricciones ambientales y características generales
- 4 Planeación
 - 4.1. MERCADO
 - 4.1.1. Producción (oferta)
 - 4.1.1.1. Análisis por cultivo
 - 4.1.2. Consumo (demanda)
 - 4.1.3. Precios
 - 4.2. Alternativas de planes agropecuarios preliminares
 - 4.2.1. Usos propuestos
 - 4.2.2. Plan de siembras y entrada de áreas
 - 4.2.3. Rendimientos adoptados
 - 4.2.4. Resultados globales del plan propuesto
 - 4.2.5. Requerimientos de mano de obra
 - 4.2.6. Balance hídrico
 - 4.3. Planteamiento de alternativas de plan de ingeniería
 - 4.3.1. Área por beneficiar
 - 4.3.2. Tipos y esquema de obras
 - 4.3.2.1. Obras de captación para riego
 - 4.3.2.2. Conducción y red de distribución de riego
 - 4.3.2.3. Sistemas de riego a nivel predial
 - 4.3.2.4. Sistemas de drenaje
 - 4.3.2.5. Protección contra inundaciones
 - 4.3.2.6. Estructuras complementarias
 - 4.3.2.7. Otras obras de infraestructura y equipos

- 4.3.3. Estimación del costo de las obras
- 4.3.4. Programación de las obras e inversiones
- 4.4. Origen de la iniciativa y mecanismos de financiación
 - 4.4.1. Origen de la iniciativa
 - 4.4.2. Mecanismo de financiación de Asociaciones Público Privadas – APP
 - 4.4.3. Mecanismo de financiación estatal directa
- 4.5. Gestión integral del proyecto
 - 4.5.1. Gestión para las cadenas productivas
 - 4.5.2. Desarrollo empresarial
- 5 Evaluación del proyecto
 - 5.3. Generación de empleo
 - 6 Conclusiones y recomendaciones; viabilidad de continuar con factibilidad
 - 6.1. Tipo de proyecto
 - 6.2. Magnitud del proyecto
 - 6.3. Interés en el proyecto
 - 6.4. Viabilidad y recomendaciones

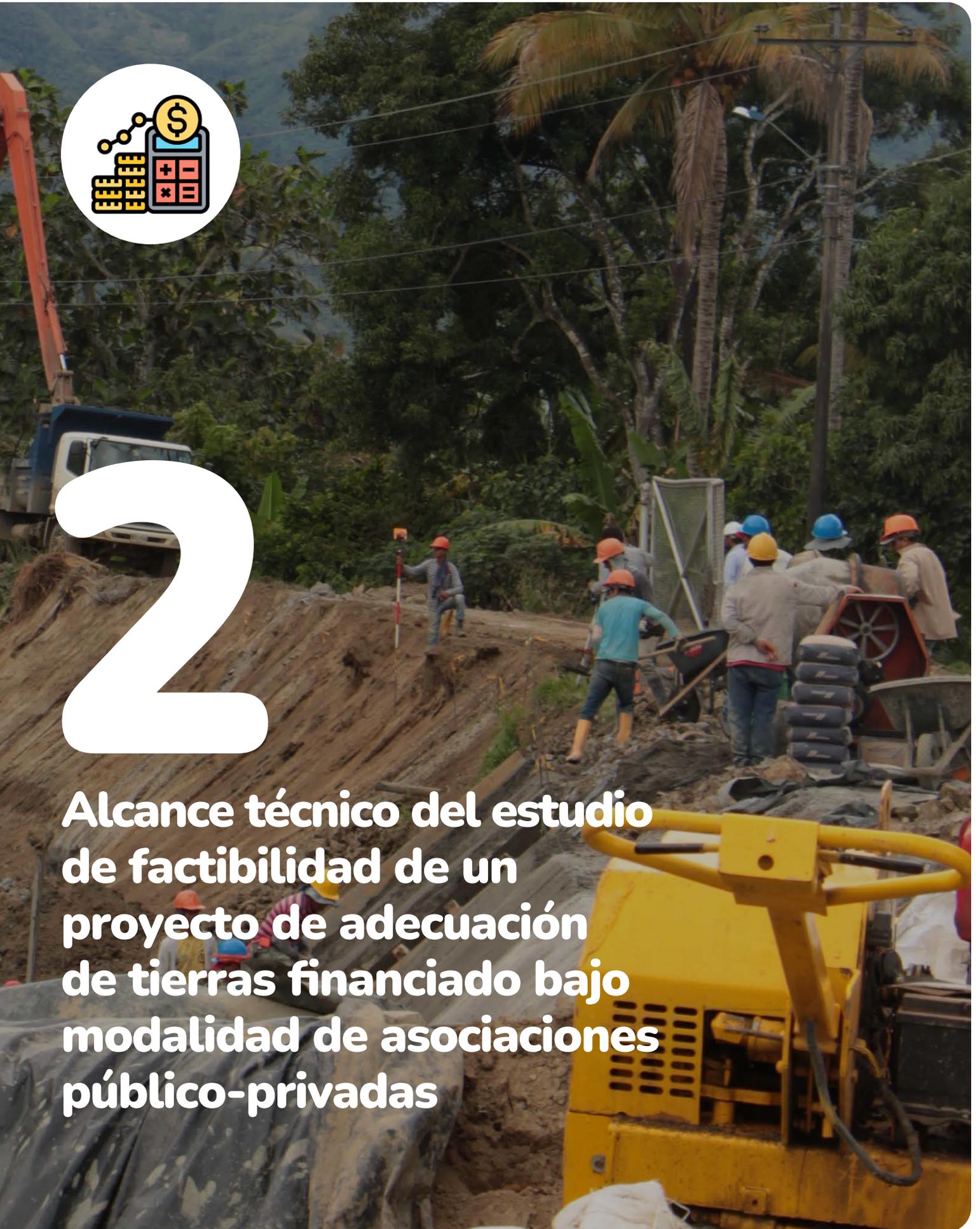






2

Alcance técnico del estudio de factibilidad de un proyecto de adecuación de tierras financiado bajo modalidad de asociaciones público-privadas





Para la factibilidad se deberá realizar un análisis de las alternativas identificadas en la prefactibilidad, al igual que un análisis comparativo y una selección de la alternativa más favorable, con base en criterios técnicos, sociales, ambientales y económicos, así como de los riesgos que puedan asociarse a la concepción y evaluación de este proyecto. Se deberán considerar los aspectos sociales, ambientales, técnicos, económicos, de institucionalidad y demás que puedan afectar la evaluación hecha y la continuidad del proceso de concepción del proyecto de ADT.

En una primera fase deberán hacerse todos los estudios y los prediseños con un grado suficiente de detalle que permita adelantar una evaluación de todos los aspectos del proyecto, para establecer con un grado aceptable de certeza las bondades, los beneficios, los costos y los indicadores económicos, sociales y ambientales, a fin de definir si el proyecto es o no factible, al igual que si amerita continuar con los diseños detallados.

Se requerirá el análisis de alternativas técnicas, con el propósito de comparar y seleccionar las que permitan optimizar costos y adoptar soluciones ajustadas a la práctica más reciente de la ingeniería, y buscar sistemas y obras que garanticen el uso eficiente de los recursos y un proyecto sostenible en todos los aspectos.

Para proyectos especiales de mediana y gran escala, donde se presenten extensas áreas por desarrollar u obras complejas que requieran consideraciones a largo plazo, se deberá analizar el desarrollo del proyecto por etapas, de manera que pueda implementarse el proyecto de forma gradual, para permitir, en algunos casos, distribuir las inversiones iniciales en el tiempo. Este análisis debe hacerse en la fase de factibilidad, y al momento de realizar los diseños detallados, si es posible, se deben recomendar las etapas de construcción y de implementación del proyecto y su secuencia de desarrollo, cuando sea el caso.

2.1 Estudios técnicos básicos en etapa de factibilidad

2.1.1 Recopilación y análisis de la información existente

Se revisarán en detalle la información existente del proyecto y los estudios anteriores de prefactibilidad, así como otros estudios específicos o regionales, diagnósticos agropecuarios, POT y demás información que guarde relación con el proyecto por desarrollar.

Se recopilarán, se actualizarán y se analizarán la información topográfica y cartográfica, las fotografías aéreas y las imágenes de sensores remotos, así como la información geológica y sísmica, geomorfológica, geotécnica, agrológica, climatológica y de hidrología, freaticométrica, sedimentológica, de diagnóstico sobre cuencas hidrográficas aportantes, social, económica, de mercadeo, de sistemas de comercialización, de uso de la tierra y los demás aspectos de utilidad para el área del proyecto, que puedan ser aprovechables para el estudio. Con tal fin, deberán consultarse estudios de proyectos de las entidades en el ámbito gubernamental que se relacionen directa o indirectamente con el área del proyecto, tales como el Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (Incoder), la Unidad de Planeación Rural Agropecuaria (UPRA), el Instituto Nacional de Vías (Invías), Isagen, el Instituto de Investigaciones en Geociencias, Minería y Química (Ingeominas), el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam), Gas Natural o similares, la CAR, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Agencia Nacional de Tierras (ANT), la ADR y otras. Asimismo, se recopilará la información base para la zonificación ambiental del proyecto.

Se realizarán un inventario y una selección de las fotografías aéreas del área del proyecto y de sus zonas circundantes, disponibles en el IGAC, para su utilización en el estudio.

Las aerofotografías y las imágenes de satélite y de radar (si existen), tomadas en diferentes épocas, pueden ser particularmente útiles para evaluar el comportamiento de cauces de corrientes de agua, de sectores sometidos a inundaciones, de zonas sujetas a procesos de deforestación, etc.

2.1.2 Agrolología

El objetivo es examinar las características agrológicas, hacer las separaciones de las unidades, las clases y las subclases de suelos y determinar el área neta

aprovechable, para facilitar la elaboración de los planes de desarrollo agropecuario, la determinación de los requerimientos de riego y drenaje, la definición de los sistemas correspondientes y el manejo más apropiado de las aguas y de los suelos.

Se deberá preparar la clasificación semidetallada para riego y drenaje del área de estudio, de acuerdo con las normas internacionales y del IGAC que sirvan para este propósito. Con tal fin, se requiere revisar los estudios de suelos existentes y hacer las comprobaciones que permitan disponer de un estudio de suelos de tipo semidetallado, que incluya clasificación de tierras con fines de riego y drenaje, según las normas que el IGAC ha establecido para dichos estudios.

Se requiere adelantar el reconocimiento de suelos para el área bruta del proyecto (área de estudio), donde se identifican y se analizan las propiedades químicas, físicas e hidrofísicas de cada unidad de suelo, con la respectiva interpretación y la evaluación de los aspectos pedológicos de los suelos para riegos. La ejecución del estudio se adelantará con base en las normas y las especificaciones de la metodología y los lineamientos en los manuales de reconocimiento de suelos del IGAC y de acuerdo con el Sistema Taxonómico de Norteamérica (USDA, por las siglas en inglés de United States Department of Agriculture), tomando en cuenta los siguientes documentos de la UPRA: *Evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios: metodología a escala general (1:100.000)* (Rodríguez et al., 2013) y *Leyenda de usos agropecuarios del suelo a escalas mayores a escala 1:25.000* (Rodríguez et al., 2015).

El estudio debe contemplar los siguientes aspectos:

- Compilación, revisión y evaluación de información secundaria.
- Análisis de la información existente en la zona de estudio, como estudios de suelos y de capacidad de uso de la tierra. Se compilará, se analizará y se evaluará el material temático existente, como geología y geomorfología, que sirva de soporte para el análisis de los procesos formadores de los suelos.

De igual forma, se obtendrán la cartografía básica, como planchas a escala de 1:10.000 a 1:25.000 (según la información existente) y fotografías aéreas para el área de estudio, a escala entre 1:20.000 y 1:40.000.

- Fotointerpretación: se fotointerpretarán los insumos de sensores remotos o cercanos, para definir unidades geomorfológicas a través de la identificación del tipo de relieve y la forma del terreno, fuentes básicas y de gran importancia para la interpretación de la geomorfología.

Adicionalmente, se hará la fotointerpretación de las coberturas de la tierra, con su respectiva leyenda, para luego, en campo, corroborar los patrones de fotointerpretación, y así ratificar y dar la significancia de las unidades de uso de los suelos.

- Reconocimiento agrológico en campo: Con base en la delimitación de las unidades fisiográficas, se lleva a cabo el plan por seguir en el reconocimiento de campo, para luego hacer el respectivo reconocimiento en mapeo libre, donde se hacen observaciones en todas las formas del terreno.

En cada forma del terreno se determinará el contenido pedológico, según la relación suelos-paisaje, para identificar el patrón de distribución de los suelos. Por el nivel de detalle del estudio, el nivel de generalización de clasificación taxonómica se hará hasta familias; especialmente, familia textural o unidades funcionales, como conjuntos de subgrupos por paisaje fisiográfico, con establecimiento de consociaciones de familias texturales o complejos, grupo indiferenciado o inasociaciones, según como sea el caso.

En campo, se harán observaciones detalladas y de comprobación con una densidad de una a tres observaciones detalladas, y de cuatro a seis de comprobación por km². Si la unidad fisiográfica es pequeña, la densidad será mayor, y en la zona de extrapolación se harán las observaciones necesarias para la comprobación de los suelos reconocidos en las zonas piloto; se harán observaciones cada 120 m y se realizará una calicata, o perfil modal, por cada suelo diferente.

En cada observación detallada se definirán las características morfológicas externas e internas de cada horizonte; se determinarán las características físicas (textura, color, estructura, consistencia, profundidad efectiva) y químicas (pH, carbonatos, cenizas volcánicas) y, además, se definirán los horizontes genéticos y diagnósticos.

Una vez se determine el contenido pedológico de las diferentes unidades cartográficas, con base en las características morfológicas, se escogerán los sitios representativos para la descripción de los perfiles modales de suelos, que son calicatas o apiques, donde se identifican en cada horizonte las características externas e internas.

Las siguientes son características externas: posición geomorfológica, material parental, régimen de humedad y temperatura, pedregosidad superficial, uso actual, clase y grado de erosión, drenaje externo y pendiente. Características internas físicas



son: drenaje natural, drenaje interno, profundidad efectiva con la respectiva limitante y presencia de raíces. En cada horizonte se tomen el color, la textura, la estructura, la consistencia, la porosidad y la actividad de microorganismos límites entre los horizontes. Las características químicas de cada horizonte son: pH, reacciones al FNa y HCl.

Además, se reconocerán algunas formaciones especiales, si las hay; se definirán los horizontes genéticos y diagnósticos, y finalmente, se tomarán muestras de cada horizonte y se las enviará al laboratorio de suelos, para los respectivos análisis químicos. Si estas se requieren para suelos con grietas, se solicitará hacer el coeficiente de extensión lineal, o índice de contracción (COEL). En el laboratorio, se determinarán las propiedades químicas como el pH, la materia orgánica, el fósforo disponible, los carbonatos, las bases totales y la saturación, la capacidad de intercambio catiónico (CIC) y el aluminio intercambiable. Si en los resultados de campo se encuentran problemas de salinidad, se realizará la salinidad, además de determinar las propiedades físicas, como la granulometría.

Adicionalmente, se harán las pruebas hidrofísicas para la adecuación de las tierras, como la infiltración que se hace en el sitio donde se describe el perfil de cada unidad del suelo. En el perfil representativo de cada unidad de suelo se tomarán muestras en los horizontes de los primeros 60 cm, para determinar en el laboratorio la densidad real, la densidad aparente, las retenciones de humedad a saturación, 1/3 atmósferas, 15 atmósferas y la conductividad hidráulica.

En cada unidad de suelo, se realizará la prueba de infiltración, para hacer curvas de infiltración instantánea y acumulada y determinar la permeabilidad.

- **Elaboración de mapas:** La unidad de mapeo se identificará, según como sea el caso, en: consociaciones, complejos, áreas misceláneas, grupos indiferenciados o inasociaciones; cada unidad cartográfica tendrá sus respectivas fases por pendiente, inundabilidad, encharcamiento y erosión, según como sean los resultados del reconocimiento en campo. Se elaborarán los siguientes mapas a escala de publicación 1:25.000:
 - o **Mapa de suelos:** Se hará con base en la fotointerpretación y el reconocimiento en campo; contará con su respectiva leyenda de suelos, y cada unidad cartográfica de suelos, con el respectivo símbolo y las respectivas fases. Adicionalmente, el mapa tendrá la ubicación de las observaciones y las calicatas, o perfiles modales.
 - o **Mapa de clasificación de capacidad de uso y manejo:** El sistema de clasificación comprende tres categorías: clases, subclases y grupos de



manejo. Las clases son ocho y se identifican con números romanos de I a VIII; la numeración identifica el aumento progresivo en las limitaciones de capacidad de uso. Cada clase agrupa suelos con el mismo grado de cualidades y de limitaciones para la producción de cultivos; también se basa en la posibilidad de mecanización y en las respectivas prácticas de manejo que se requieran. El mapa lleva la respectiva leyenda.

- o **Mapa de clases de tierras para riego:** Se identificarán las seis clases de suelos, de acuerdo con su aptitud para agricultura de riego (1, 2, 3, 4, 5, 6), tomando como base los aspectos físicos, económicos y ecológicos similares que afectan la conveniencia de la tierra para riego. Los factores económicos y físicos se correlacionarán en la clasificación para riego, a través de las relaciones entre las condiciones físicas y la producción esperada, los costos de producción, los costos de desarrollo de la tierra, el nivel de habilidad de manejo y desarrollo tecnológico y la indicación de las limitaciones y las recomendaciones.
- o **Mapa de uso actual:** Con base en la fotointerpretación y el reconocimiento en campo y con la transferencia de líneas, se digitaliza el mapa de las diferentes unidades de uso, con su respectiva leyenda.
- **Informe:** Documento técnico.



Este documento técnico deberá contener, principalmente, una parte descriptiva de la zona y otra parte descriptiva de la geomorfología y los suelos, y resaltar los parámetros climáticos, geomorfológicos, geológicos, etc., que han permitido definir las diferentes unidades fisiográficas. Contendrá, además, una parte interpretativa sobre la evaluación de la calidad o la aptitud de los suelos, la clasificación según el sistema utilizado (USDA, CYS, FAO, Storie, etc.) y la identificación de las clases de suelos, de acuerdo con su aptitud para agricultura de riego y tomando como base los aspectos físicos, económicos y ecológicos similares que afectan la conveniencia de la tierra para riego. Los factores económicos y físicos se correlacionarán en la clasificación para riego, a través de las relaciones de las condiciones físicas de la misma a la producción esperada, al costo de producción y al costo de desarrollo de la tierra, a un determinado nivel de habilidad de manejo y desarrollo tecnológico, e indicación de las limitaciones y las recomendaciones. Se requiere un apéndice de materiales y métodos, relación fisiográfica, suelos, génesis y taxonomía, propiedades físicas químicas e hidrodinámicas, descripción completa de los perfiles modales de suelos, gráficas y mapas.

2.1.3 Cartografía (restitución)

Se deberá preparar una restitución aerofotogramétrica del área de estudio a una escala mínima de 1:5000, con curvas de nivel a intervalos máximos de 1,0 m. A tal efecto, se deberá hacer la toma de fotografías aéreas del área del proyecto. Esta restitución aerofotogramétrica deberá cumplir con las especificaciones del IGAC.

La cartografía que se realice con tecnología LIDAR deberá cumplir, por lo menos, las siguientes especificaciones para la toma de datos:

- El vuelo tendrá por objeto el recubrimiento de las zonas por estudiar, respetando los márgenes necesarios para garantizar la calidad del producto final y la cobertura total del área.
- Antes de ejecutar el vuelo, debe presentarse su planeación a la interventoría del proyecto, la cual podrá hacer las observaciones que considere necesarias sobre la planificación propuesta. La ejecución de la fase de vuelo solo comenzará si la interventoría del proyecto ha aprobado el proyecto definitivo presentado. Los datos mínimos para el plan de vuelo se presentan a continuación:
 - o Altura de vuelo (m sobre el terreno):
 - LIDAR overlap (%)
 - Velocidad (knot)
 - # pasadas
 - PRF (intensidad de láser) (kHz)



- Frecuencia de escaneo (Hz)
- Ángulo de escaneo (FOV) (degree + o -)
- Swath (m)
- o Para toma de aerofotografías:
 - Photo overlap (%), tanto transversal como longitudinal
 - Pixel size X (m)
 - Pixel size Y (m)
- Datos generales del plan de vuelo:
 - Número total de pasadas
 - Longitud promedio de líneas (km)
 - Área por cubrir en LIDAR (km²)

Los anteriores datos deberán garantizar una colección en LIDAR de, mínimo, 4 puntos por m² como densidad promedio en todas sus clasificaciones; para el DTM, una densidad de 2,5 puntos por m², y para las aerofotografías, que se garantice un tamaño de pixel mínimo de 10 cm.

Equipo por utilizar

Los siguientes son los requisitos mínimos con que deberá contar el equipo o sistema que el consultor presente:

- **Escáner:**
 - o Precisión en elevación: entre 5 cm y 15 cm
 - o Field of view (FOV): 50°
 - o Frecuencia de escaneo: 70 Hz
 - o Roll compensación: 10°
 - o Número de retornos: 4
- **Precisión del sistema inercial:**
 - o Posición (m): 1,5 horizontal; 3,0 vertical
 - o Velocidad (m/s): 0,05
 - o Roll & Pitch (deg): 0,03
 - o True heading (deg): 0,1
- **Sistema global de navegación por satélite (GNSS):** Antena doble frecuencia que garantice las siguientes especificaciones:
 - o GPS: L1 C/A, L2C, L2E, L5
 - o Glonass: L1 C/A, L1 P, L2 C/A, L2 P
 - o Galileo 11: L1 BOC, E5A, E5B, E5AltBOC
 - o QZSS: L1 C/A, L1 SAIF, L2C, L5
 - o SBAS: Simultaneous L1 C/A and L5
 - o L-Band: OmniSTAR VBS, XP, HP and G2, Trimble-CenterPoint RTX
 - o BeiDou: B1, B2



- **Cámara:** En lo posible, deberá estar integrada al sistema; si no es así, deberá indicarse el procedimiento de captura de información de aerofotografías, y este deberá ser aprobado por la interventoría.

La cámara fotogramétrica deberá tener una resolución > 50 MP, formato medio.

El vuelo estará apoyado de los vértices GPS de la red geodésica del proyecto asociada a Magna Sirgas; se evitarán distancias superiores a 30 km entre la estación GPS más cercana y el sensor durante la realización del vuelo. Se utilizarán equipos GPS de doble frecuencia para el apoyo en tierra, con las siguientes especificaciones mínimas:

- GPS: L1 C/A, L2C, L2E, L5
- Glonass: L1 C/A, L1 P, L2 C/A, L2 P
- QZSS: L1 C/A, L1 SAIF, L2C, L5
- SBAS: Simultaneous L1 C/A and L5

El vuelo no podrá realizarse en días de fuerte viento, ni de lluvia ni de nubes bajas, ya que la calidad de los datos podría verse alterada.

Se informará a la interventoría de la ejecución de los vuelos tras la realización de estos, especificando las zonas recorridas, las fechas y cualquier incidencia que haya afectado al trabajo.

La fase de vuelo no finalizará hasta que no se hayan asegurado una correcta consecución de la toma de datos, la cobertura total de la zona, la densidad de puntos LIDAR sobre el terreno planificada y la no existencia de líneas de vuelo erróneas, con ruido o con gaps de datos.

Se deberá entregar reporte de cada uno de los vuelos o misiones ejecutadas en formato shp, dwg o kml.

La adquisición de fotografías aéreas y de datos LIDAR debe ser desde un avión o un helicóptero afiliados a una empresa de trabajos aéreos especiales o con los permisos requeridos para este tipo de trabajos en el país.

Se debe adjuntar la copia de la especificación de operación en la modalidad de aerofotografía y el certificado de aeronavegabilidad especial vigente, emitido por la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil, y donde aparezca la matrícula de la aeronave propuesta por el proponente para realizar los sobrevuelos.

La información de cobertura tanto de LIDAR como de foto debe ser el 100% del área definida para el proyecto. Las áreas donde existan nubes bajas no deberán superar el 3%.

Procesamiento y manejo de datos

Para el procesamiento y el manejo de datos se debe garantizar lo siguiente:

- Todos los datos de navegación y medición GPS deberán procesarse utilizando efemérides precisas y épocas de referencia para las estaciones en tierra.
- Si las trayectorias son procesadas por PPP (Precise Point Position), se deberán adjuntar pantallazos de los reportes de procesamiento que arroja el software. Este procedimiento será exclusivamente para chequeo de la trayectoria, pero en primera instancia se utilizarán las estaciones en tierra.
- El sistema de referencia para el procesamiento de datos debe ser Magna-Sirgas.
- El sistema de referencia vertical para el procesamiento de los datos debe ser Geocol 2004; salvo en proyectos específicos en los que se requiera precisión vertical asociada al Datum Buenaventura, se deberá realizar un modelo Geoidal local.
- Todas las unidades de medida deben ser presentadas en Sistema Internacional (SI).
- Todos los archivos de las líneas de vuelo que resulten de más de 2GB deben ser separados en segmentos que no superen los 2GB.
- Cada segmento será considerado un archivo diferente, y debe asignársele una identificación por separado.
- Los retornos múltiples de un pulso dado deben ser almacenados en orden secuencial.
- Se trabajarán con las siguientes clasificaciones, con sus respectivos códigos:
 - * 0: sin clasificación
 - * 1: default
 - * 2: ground
 - * 3: low vegetation
 - * 4: medium vegetation
 - * 5: high vegetation
 - * 6: building
 - * 8: model keypoints
 - * 9: water
 - * 12: overlap

Los puntos considerados outliers, erróneos, ruido, con problemas de confiabilidad geométrica o cualquier otro tipo de punto considerado inusable deben ser identificados usando la anotación «Withheld» (Class=11), de acuerdo con las especificaciones internacionales en la materia. Esto aplica fundamentalmente a puntos identificados durante el preprocesamiento y a través de rutinas automáticas de posprocesamiento. A los puntos de ruido identificados durante el análisis manual y durante el proceso de aseguramiento y control de calidad se les debe asignar la clasificación «Noise» (Class=7), sin importar la naturaleza del ruido.

Precisión

Los datos estarán basados en la última versión de la Sociedad Americana de Fotogrametría y Teledetección (en inglés, ASPRS, por las iniciales de American Society for Photogrammetry and Remote Sensing), según se muestra en la tabla 4 para precisión horizontal y vertical.

Tabla 4. Precisión horizontal y vertical: restituciones

Horizontal Accuracy Class	Absolute Accuracy			Orthoimagery MosaicSeamline Mismatch (cm)
	RMSE, and RMSE (cm)	RMSE (cm)	Horizontal Accuracy at 95 % Confidence Level (cm)	
X-cm	$\leq X$	$\leq 1,414 * X$	$\leq 2,448 * X$	$\leq 2 * X$

Vertical Accuracy Standards for Digital Elevation Data

Vertical Accuracy Class	Absolute Accuracy			Relative Accuracy (where applicable)		
	RMSE, Non-Vegetated (cm)	NVA ¹ AT 95 % Confidence Level (cm)	VVA ² AT 95 th Percentile (cm)	Within-Swath Hard Surface Repeatability (Max Diff), (cm)	Swath-to- Swath Non- Vegetated Terrain (TMSD) (cm)	Swath-to Swath Non-Vegetated Terrain (Max Diff) (cm)
X-cm	$\leq X$	$\leq 1,96 * X$	$\leq 3,00 * X$	$\leq 0,60 * X$	$\leq 0,80 * X$	$\leq 1,60 * X$

Tanto la distribución de los puntos de control como los datos de aerotriangulación estarán sujetos a los estándares de la ASPRS para datos geoespaciales.

Cartografía para presas y embalses

Si las alternativas con más opciones incluyen presas y embalses, se requerirá cartografía a escala 1:5.000 con curvas de nivel a intervalos máximos de 1,0 m de los sitios de obras y de las áreas vecinas, de manera que sea posible la completa ubicación de instalaciones y de vías de acceso.

Los amarres de las restituciones aerofotogramétricas y los levantamientos topográficos con las redes geodésicas regionales o nacionales, tanto planimétricas como altimétricas, deberán complementarse hasta el detalle necesario, de manera que permitan la materialización completa del proyecto y la evaluación correcta de su magnitud y de sus cantidades de obra.

Con base en la restitución aerofotogramétrica, se deben definir la forma y los linderos de los predios y del área por beneficiar dentro de ellos, así como verificar o actualizar la tenencia de la tierra, para lo que se utilizarán también los planos catastrales disponibles en las oficinas municipales o departamentales de Catastro.

Se deberá disponer del modelo digital de terreno (DTM). La cartografía básica debe estar en formato Shapefile o File Geodatabase, de acuerdo con el modelo de datos definido por el IGAC.



2.1.4 Topografía

Se adelantarán estos trabajos con el alcance y las precisiones que se detallan a continuación. No obstante lo anterior, y dependiendo de la precisión de la cartografía adelantada en la factibilidad, se evaluará la suficiencia de dicha cartografía, para adelantar los diseños de las obras, y se establecerá en qué casos esta debe ser complementada con topografía detallada.

La cartografía requerirá ser complementada mediante levantamientos topográficos en los siguientes aspectos:

- Dentro de la evaluación de la situación actual de ingeniería, es necesario obtener un inventario adecuado de los sistemas de riego, drenaje, vías y protección contra inundaciones existentes o identificados, tanto los reportados en los estudios anteriores como los identificados en la fotointerpretación, y se harán levantamientos selectivos de las secciones transversales de los canales y los diques existentes; también se precisará la localización de las estructuras principales existentes y se levantarán esquemas de estas con las dimensiones, las cotas y las características técnicas significativas. El alcance de tales levantamientos será el suficiente para evaluar la posibilidad de integrar las obras existentes a las alternativas del plan de ingeniería y establecer las necesidades de remodelación y complementación.
- Una vez seleccionadas las alternativas del plan de ingeniería, se procederá a efectuar levantamientos topográficos en los sitios de ubicación de las obras principales contempladas y a localizar en el terreno los ejes de los canales, los conductos y otras obras principales.
- Para la red de infraestructura que se proyecte, se harán levantamientos topográficos planialtimétricos de precisión para la preparación de planchas a escalas 1:1.000 o 1:2.000, con curvas de nivel a intervalos de 0,25 m a lo largo del trazado de los canales o ductos principales, en franjas de por lo menos 15 m a lado y lado de los ejes.
- Para las redes secundaria y terciaria de riego y drenaje, se harán levantamientos selectivos planialtimétricos de uno o dos modelos de canales o conductos, con el propósito de extrapolar los costos a toda la red secundaria. Toda la red secundaria y la terciaria deben localizarse directamente sobre la cartografía.
- A fin de preparar los prediseños de las obras de adecuación predial, se harán levantamientos topográficos planialtimétricos en la zona piloto representativa que permitan preparar planos a escalas 1:1.000 o 1:2.000, con curvas de nivel a intervalos de 0,25 m-0,50 m, dependiendo del microrrelieve y del método de riego seleccionado. El área o las áreas seleccionadas deberán ser, por lo menos,



el 5% del área total por adecuar o el 5% del número de predios; la que sea mayor y cubra la totalidad de las unidades de suelos identificadas en el estudio agrológico.

- Se efectuará la nivelación, si así se requiere, de los limnímetros y los limnígrafos existentes en las fuentes del proyecto, así como de los aljibes y de los pozos freáticos o de observación existentes, y la cual se referenciará a la red geodésica nacional.

Los levantamientos topográficos se ligarán a las placas existentes del IGAC y se dejarán suficientes referencias que permitan su utilización para estudios posteriores más detallados.

La poligonal para el trazado de las redes de canales o tuberías principales, secundarias y terciarias se hará con estación total, y deberá ser estacada y nivelada cada 20 m o menos, cuando exista un accidente significativo del terreno que amerite indicar el detalle respectivo.

Se buscará que los ángulos de deflexión para el trazado de las líneas de tubería de conducción y distribución fabricada en PVC sean múltiplos de 11° 15'.

Especificaciones mínimas

- **Planimetría:**

Este trabajo deberá ser realizado con estación total u otro método de comprobada exactitud. La abscisa K0+000 será, en todos los casos, la correspondiente al sitio de iniciación del trazado; o sea, en el punto de salida de la estructura de captación, en los casos de canales o ductos de riego, o en el punto de descarga del desagüe a un cauce natural, en los de obras lineales de drenaje.

Los levantamientos planimétricos pueden realizarse mediante el empleo de estaciones totales, cuya precisión angular sea $\leq 5''$ (segundos).

Las medidas de longitud deben ser tomadas con equipos de medición electrónica. Si se cuenta con dicho recurso, deben ser tomadas directamente con cintas de acero que estén en condiciones óptimas.

Se trazarán normales a las poligonales donde ocurran cambios bruscos de configuración del terreno, con una cobertura no inferior a 20 m a lado y lado del eje para la red primaria, y como mínimo, de 15 m a lado y lado de este, para los canales o los conductos secundarios modelo.



Se incluye dentro del trabajo por realizar la línea de tránsito adicional que se requiera para efectuar el cierre lineal y angular de cada una de las poligonales, al sistema IGAC.

En la memoria de la estación total deben quedar almacenados todos los datos de los deltas que componen la poligonal (coordenadas norte y este; distancias horizontal, inclinada y vertical; ángulos horizontal, vertical y azimut).

Todos los deltas de las poligonales deben materializarse con una estaca en las zonas verdes y con puntos en las zonas duras, para garantizar que sean identificados perfectamente en el terreno. Los puntos deben ser marcados con un color vivo, que debe ser exclusivo de los trabajos de topografía, en sitios estables, como postes, cercas, muros y puentes. En las zonas verdes se debe hacer una limpieza del terreno de, aproximadamente, 0,3 m alrededor del vértice, para su fácil ubicación.

Todas las mediciones angulares de los vértices de la poligonal deben hacerse en posición directa e inversa, para de esta forma eliminar el error de colimación. Estas mediciones deben quedar registradas en la memoria de la estación total y ser anotadas en la cartera de campo.

Si se está alternando una poligonal con la toma de detalles, una vez instalado el equipo en la estación, siempre se debe ubicar primero el siguiente delta de la poligonal antes de comenzar la radiación, y siempre, el primer detalle de la radiación que se tome desde esa estación debe ser el delta de la poligonal que se acabó de localizar, para asegurar de esta forma la información de la poligonal.

En lo posible, no debe haber cambios bruscos en las distancias de las poligonales, para evitar errores geométricos a la hora del ajuste de dicha distancia.

- **Altimetría:**

Los levantamientos altimétricos deben hacerse a partir de vértices (BM, NP, puntos geodésicos, puntos de altura geométrica o trigonométrica certificada).

Se obtendrán las cotas de las poligonales base utilizando para ello un nivel de precisión. Las lecturas se harán cada 20 m, como máximo, o en los sitios de cambios de pendiente. Al encontrarse con accidentes naturales, se hará su levantamiento detallado, para conseguir curvas de nivel a intervalos de 0,25 m; para las normales, el levantamiento se hará con el detalle requerido para obtener cotas en números redondos de metro en metro en terrenos planos, y de hasta 5 en 5 m, en pendientes fuertes.

En los sitios donde se emplazarán estructuras hidráulicas, se efectuará el levantamiento con los detalles indispensables para el diseño de dichas estructuras. Por lo tanto, aquel debe permitir el dibujo de planchas en las cuales aparezcan curvas de nivel cada 0,25 m.

Referencias en el terreno

Las referencias en el terreno serán mojones de concreto en forma de pirámide truncada, de sección cuadrada, con su respectiva plaqueta de identificación fabricada en bronce e incrustada en la cima, con dimensiones de la base por lo menos de 15 cm × 15 cm, y de tope, de 10 cm × 10 cm; sobresaldrán 20 cm del terreno natural y se enterrarán, como mínimo, 50 cm por debajo de la superficie.

Dichos mojones deben estar debidamente referenciados para su rápida localización, por cuanto es necesario que se *monumenten* por pareja de puntos. La distancia mínima entre ellos debe ser de, por lo menos, 100 m, para garantizar el azimut de arranque para el cálculo de las poligonales (al menos un mojón deberá ubicarse en puntos de referencia de fácil ubicación y acceso y bajo custodia, como escuelas, iglesias o salones comunales, etc.), y uno de los mojones en la cara superior tendrá incrustada una placa metálica de bronce con coordenadas y cota real, tomando como referencia la información del IGAC y con la identificación correspondiente, el número del contrato, el municipio, el nombre de la entidad contratante y la fecha, orientándolos al norte magnético, de modo que ello permita la localización de obras existentes y la posterior localización de las estructuras.

Los mojones deberán incluirse en un plano de localización y colocarse en sitios estables y protegidos, donde no sean estropeados por maquinaria, vehículos o animales, y siempre tendrán otros mojones de referencia.

Se adjuntará una memoria que permita la localización exacta de todos los mojones.

Se deberán materializar las siguientes referencias:

- Parejas de mojones intervisibles para la referenciación de las poligonales base, ubicadas a lo largo del trazado y fuera del eje de estas, debidamente identificadas. De igual manera, se referenciarán las estructuras principales y las que se ubiquen a lo largo del canal u otra estructura de conducción (en el evento en que la alternativa evaluada contemple trasvase de otros ríos, o de que requiera un canal u otro sistema de conducción).



- Estacas y tacos con puntilla en la iniciación de cada poligonal, en cada punto de intersección y en la finalización de esta, marcados en tinta indeleble con los respectivos números de orden y de abscisado.

Tolerancias en los levantamientos topográficos

- El cierre angular en segundos no podrá ser superior a 10 multiplicado por la raíz cuadrada de n , donde n es el número de vértices de la poligonal.
- Para nivelación, el máximo error vertical permisible en centímetros no podrá exceder de 1,5 por la raíz cuadrada de k , donde k es la distancia nivelada en kilómetros, y el máximo error de las distancias horizontales entre puntos no será superior a 1 cm por cada 50 m (1:5.000).

En todos los levantamientos y los planos siempre se deben utilizar coordenadas geográficas ligadas al sistema IGAC.

Todas las escalas ya indicadas para los planos y las secciones transversales y los intervalos de curvas de nivel, etc., podrán ser modificadas por el interventor.

En el siguiente apartado se mencionan los documentos que deberá entregar el consultor.



Informes

Los informes de levantamientos topográficos realizados por métodos convencionales deberán contener, como mínimo, los aspectos relacionados a continuación:

- Descripción de los trabajos:
 - a. Nombre del proyecto.
 - b. Copia de tarjeta profesional y copia del documento de identidad del topógrafo responsable del trabajo.
 - c. Tipo de equipo utilizado y especificaciones de este.
 - d. Metodología utilizada para realizar el levantamiento.
 - e. Cantidad de deltas localizados, nombres utilizados y nomenclatura estipulada.
 - f. Cantidad de detalles levantados.
 - g. Metodología utilizada para hacer el levantamiento.
 - h. Esquema de determinación del levantamiento.
 - i. Descripción del equipo utilizado, anexando el certificado de calibración con vigencia no mayor a seis meses.
 - j. Certificado de calibración de los equipos topográficos con vigencia máxima de seis meses (estaciones totales o GPS).
 - k. Puntos de amarre certificados por el IGAC.
- Cálculos y ajustes:
 - a. Carteras de cálculo de la poligonal y de cálculo de detalles o datos crudos (Raw) de la estación total. En las carteras de campo deben colocarse los números que identifiquen la poligonal y los vértices utilizados en el amarre, la cantidad de deltas localizados, los nombres utilizados, la nomenclatura estipulada y la cantidad de detalles levantados (escaneadas y pasadas a formato PDF).
 - b. Para levantamientos con GPS, presentar copia de datos crudos en formato RINEX.
 - c. Se debe entregar el cuadro de coordenadas del levantamiento, de acuerdo con los puntos identificados en este, con su correspondiente codificación o su nomenclatura (relacionados con el esquema de determinación en las carteras de campo).
 - d. Registro fotográfico de los mojones materializados en campo.
 - e. Planos de localización general de los trabajos topográficos.

Los informes de levantamientos altimétricos deberán contener, como mínimo, los aspectos relacionados a continuación:



- a. Descripción de los trabajos.
- b. Objetivo de la nivelación.
- c. Comisión de topografía: relacionar sus integrantes o sus participantes (cantidad, nombres, identificación y licencia profesional o matrícula profesional, según como sea el caso).
- d. Los puntos de amarre utilizados y certificados por el IGAC.
- e. Cantidad de puntos nivelados.
- f. Cantidad de cambios realizados y longitud de la nivelación y de la contranivelación.
- g. Metodología utilizada para hacer la nivelación.
- h. Descripción del equipo utilizado, anexando el certificado de calibración con vigencia no menor a seis meses.

Se deben realizar y entregar los cálculos y los ajustes de la nivelación en una hoja de Excel, con copia en un archivo con extensión PDF, y con la siguiente información:

- a. Cálculo de las cotas de los puntos tomados en la nivelación.
- b. Cálculo de la contranivelación.
- c. Comparación entre la nivelación y la contranivelación.
- d. Cálculo de la longitud del circuito de nivelación.
- e. Cálculo del error de cierre.
- f. Cálculo de la nivelación ajustada.

• **Certificación de los vértices:**

Deben adjuntarse a los informes los certificados del IGAC de los vértices utilizados para los amarres. Solamente, y como apoyo altimétrico, se deben utilizar los NPs o cualquier punto con cota determinada geoméricamente como vértice.

• **Carteras de campo:**

Estas deben estar escritas de forma clara, y contener todos los datos originales, los esquemas y la información pertinentes, compilados en un libro. Las carteras deben identificarse de la siguiente manera:

- a. Nombre de la obra o el proyecto.
- b. Para quién se realiza la obra o el proyecto.
- c. Número que identifique la nivelación.
- d. Vértices utilizados en el amarre.

- e. Localización.
 - f. Fecha y hora de inicio y hora final.
 - g. Nombre del topógrafo.
 - h. Nombres de los auxiliares.
 - i. Equipo utilizado (marca y serial).
 - j. Zona de actividades (dirección, vereda, predio).
- Documentos:
 - a. Carteras de los levantamientos topográficos.
 - b. Cálculos, en medio magnético, de las poligonales y de las nivelaciones.
 - c. Mojoneros instalados según lo indicado.
 - d. Modelo digital del terreno.
 - e. Planos reproducibles de las dimensiones indicadas por el interventor, a escala 1:500, en medio digital, y levantamiento detallado, de modo que muestren la ubicación de las placas IGAC utilizadas para los trabajos.
 - f. Planos de localización de los componentes del proyecto.

2.1.5 Geología

Deberá analizarse la información existente sobre geología regional y de detalle obtenida en los estudios anteriores, y complementarla, con el objeto de verificar y caracterizar más exactamente las fallas, las demás estructuras geológicas y los diferentes niveles de roca presentes en la zona, y que puedan afectar las obras proyectadas. A fin de obtener información adicional, y de acuerdo con las evaluaciones de ingeniería del proyecto, deberá plantearse un programa de prospecciones en los diferentes sitios (captaciones, diques, etc.) que permitan el mejor conocimiento de los macizos rocosos interesados, la litología respectiva y una caracterización detallada de las formaciones donde se fundarán las diferentes estructuras.

Se preparará un mapa geológico general del área de estudio a escala 1:50.000 o mayor, incluyendo las cuencas aledañas aferentes a dicha área. La información geológica permitirá definir las grandes unidades geomorfológicas, estratigráficas, litológicas y tectónicas.

Las principales obras de infraestructura (presas, embalses, túneles, bocatomas, canales, principales, diques, estructuras hidráulicas, puente-canales, vías, puentes y obras similares) serán sometidas a un estudio geológico semidetallado, a fin de aclarar aspectos relacionados con la estabilidad, las condiciones de fundación, las fallas activas existentes y, en general, todos los aspectos que para un proyecto de ADT tierras sea necesario analizar.

Las fuentes de materiales de construcción requeridos para las obras deberán ser objeto de un levantamiento geológico semidetallado, a fin de garantizar y cuantificar los materiales disponibles.

Una escala apropiada para trabajar en la factibilidad puede variar entre 1:1.000 y 1:5.000 para los sitios de obras principales. Para el estudio de corredores de túneles, la escala puede variar entre 1:10.000 y 1:25.000.

El estudio incluirá la presentación de un informe geológico donde se contemplen, como mínimo, los siguientes aspectos:

- Alcance de las investigaciones.
- Condiciones geológicas y geomorfológicas, geología estructural, hidrogeología y condiciones geotécnicas generales.
- Presentación y análisis de resultados.
- Mapas geológicos con los detalles de la estratigrafía y el perfil geológico, detallados con la ubicación de las perforaciones realizadas; además, los diagramas de contornos de frecuencia de diaclasas y las discontinuidades leídas, cuando sea aplicable.
- Conclusiones y recomendaciones.

2.1.6 Geomorfología

Se elaborará un estudio general geomorfológico del área del proyecto y de sus zonas de influencia, en el cual se identifiquen los grandes paisajes y las unidades morfológicas que las integran. Se determinarán y se analizarán la génesis, la evolución y las características litológicas, tectónicas y de denudación, a fin de establecer su comportamiento sobre el área del proyecto y sus zonas de influencia frente a obras civiles de ADT, y para evaluar las zonas donde dichos procesos pueden acabar limitando las actividades agropecuarias.

Se analizará la dinámica de los ríos y las quebradas que se tomarán como fuentes de abastecimiento; sobre todo, en las zonas de captación de agua para riego, así como los arroyos y los caños que atraviesan la zona donde se hayan identificado procesos activos que puedan tener influencia sobre la evolución y la estabilidad de las unidades geomorfológicas aledañas y su modificación por la presencia de las obras proyectadas o construidas.

Se hará un estudio geomorfológico semidetallado en los sectores que presenten procesos evolutivos que puedan afectar las obras civiles proyectadas. Se preparará



un mapa geomorfológico general del área del estudio a escala 1:50.000, que incluya las cuencas aledañas aferentes a dicha área y delimite las unidades propias de la dinámica fluvial (terrazas, planos aluviales, cauces abandonados, etc.).

Se establecerán recomendaciones respecto a la localización de los canales y de las estructuras de los sistemas por ejecutar, y se definirán requerimientos en relación con medidas por adoptar para contrarrestar o mitigar los efectos adversos que puedan ocasionarse durante la etapa de construcción.

En los casos de embalses, en el área de la cuenca, y dependiendo de sus características geológicas, geomorfológicas y de producción de sedimentos, deberá realizarse un estudio geomorfológico en el cual se analicen los tipos de materiales que componen el vaso, sus pendientes naturales, el clima, los usos del suelo y la estabilidad de las laderas. Lo anterior, con el fin de identificar y evaluar las zonas inestables y las potencialmente inestables que puedan afectar el proyecto por operación futura del embalse, y determinar el grado de influencia que dichas condiciones puedan tener sobre el diseño de las obras. Como resultado de estas investigaciones, deberán plantearse soluciones para controlar la producción y el transporte de sedimentos y, si es el caso, determinar las acciones para la estabilización de laderas. Se evaluarán también los cambios morfológicos introducidos en el cauce principal (agradación y degradación) por acción de las obras del proyecto.

Se preparará un mapa geomorfológico general del área de estudio, a escala 1:50.000 o mayor, que incluya las cuencas aledañas aferentes a dicha área. Se delimitarán las unidades propias de la dinámica fluvial, como terrazas, planos aluviales, cauces abandonados, etc.

2.1.7 Geotecnia

Se efectuarán los trabajos de exploración y análisis geotécnico con el alcance y el detalle que se precisan a continuación, y que deberá ser complementado con acciones, análisis y sugerencias adicionales del especialista geotécnico de la consultoría. Para ello, deben tenerse en cuenta, citarse y relacionarse en el informe las normas técnicas colombianas (NTC) RAS 2000 título g o NSR vigentes que se empleen, total o parcialmente, en lo referente a geotecnia.

Se deberá llevar a cabo:

- Investigación directa del subsuelo mediante dos perforaciones con muestreo en los extremos del sitio de la captación propuesta. La profundidad mínima



- de cada uno de ellos deberá ser la menor entre la mitad de la longitud de la captación o 1,5 veces el ancho de dicha estructura.
- Investigación directa del subsuelo mediante dos perforaciones con muestreo en puntos diagonales de la zona de ubicación del desarenador, en caso de ser propuesto; la profundidad mínima de dichas exploraciones deberá ser la menor entre la mitad de la longitud del desarenador o 1,5 veces el ancho de dicha estructura, adicional a la profundidad enterrada del tanque o el desarenador.
 - Al menos un apique con muestreo de no menos de 2,0 m de profundidad o 1 m adicional a la cota de instalación de la tubería, según como se requiera hidráulicamente (la mayor entre las dos), por cada 5 km de longitud de tubería de conducción y distribución. Para longitudes < 5 km se realizarán, al menos, dos apiques.
 - Investigación directa con una perforación, con muestreo en cada punto de apoyo de viaducto o paso elevado; la profundidad mínima de cada exploración será el tercio de la longitud de la luz entre los apoyos.
 - Se realizará al menos un apique con muestreo de no menos de 2,0 m de profundidad en cada sitio de embalse o reservorio por cada 10 ha de área inundada, incluyendo ejecución de ensayo de permeabilidad de campo o laboratorio de cada estrato involucrado.
 - Se llevará a cabo investigación directa con una perforación, con muestreo en cada extremo de presa o una por cada 50 m lineales de terraplén, con una profundidad mínima igual a su altura o dos veces el ancho de la base; la que resulte menor.

En cada una de las perforaciones ya mencionadas es obligatorio que se obtengan al menos dos muestras inalteradas y, mínimo, dos por cada 5 m de una misma exploración; especialmente, en la cota de fundación de la estructura y bajo esta, con excepción de los estratos granulares, en los que el muestreo se acepta de forma alterada, por lo cual se sugiere la toma de datos con SPT y el registro de los parámetros de la prueba y los conteos de penetración.

Para las muestras inalteradas obtenidas deberá efectuarse al menos un ensayo de compresión axial no confinada por cada dos muestras obtenidas del total realizadas al proyecto y, al menos, un ensayo de corte directo por cada sitio de perforación efectuado para estructuras principales. Dicho ensayo podrá ser no consolidado, no drenado en estratos no sumergidos o sin nivel freático, o consolidado drenado, en caso de que estén en presencia de agua freática.

La realización de ensayos de laboratorio debe ser suficiente para garantizar la clasificación de cada uno de los estratos identificados en la exploración, mediante el sistema unificado de clasificación de suelos (UCSC) y de caracterización física: límites

de consistencia, granulometría o lavado en tamiz núm. 200, gravedad específica, peso unitario y humedad natural, así como la referencia de la última verificación o la última calibración de los equipos necesarios para el desarrollo del ensayo. En caso de que el proyecto contemple embalses o reservorios, deben incluirse no menos de dos pruebas de permeabilidad en campo o laboratorio, por método de cabeza constante o variable, según como corresponda por el tipo de suelo, y que sustenten la necesidad o no de impermeabilización del sustrato. El uso de correlaciones deberá presentar justificación, y deberán especificarse su fuente y su aplicación.

La obligatoria inclusión en los anexos de los registros de campo editados de la exploración y de los resultados de todos y cada uno de los ensayos realizados según su norma respectiva y el formato independiente para cada uno, incluyendo los efectuados in situ (SPT, CPT o CPTu), los procedimientos (alturas y masas), las condiciones (estático o dinámico) o los equipos (descripción) con los que fueron realizados.

Se debe presentar el registro fotográfico de las actividades realizadas en campo y en laboratorio, así como de los sitios de exploración y de las muestras.

Se presentará y se anexará un mapa geotécnico con la ubicación georreferenciada Magna-Sirgas de todas y cada una de las perforaciones efectuada, a escala 1:50.000, incluyendo la descripción de la estructura proyectada y de la morfología general del sitio.



El análisis deberá incluir el cálculo de la capacidad de soporte, la descripción del método empleado, incluyendo los parámetros estáticos y pseudoestáticos —este último, solo para zonas de amenaza media y alta de sismo—; el cálculo o la estimación de los asentamientos probables, tanto elásticos como por consolidación —en el caso de suelos compresibles—, incluyendo el análisis de la obtención de los parámetros usados; es decir, referenciando el ensayo efectuado o anexando y sustentando la correlación empleada.

El análisis de estabilidad de cortes de zanjas para tubería o pequeños terraplenes, laderas o cortes de taludes con altura ≥ 3 m de altura deben ser analizados al menos mediante procedimiento de equilibrio límite con propuesta de mecanismo de falla de tipo global, referenciando el método usado y anexando la memoria de dicho método, incluyendo las tablas, los nomogramas o la fórmula que se hayan empleado. Si la altura supera los 3 m de altura, el análisis debe ser más detallado, con mecanismo de falla analizado por un método de equilibrio límite que incluya dovelas. Se deben incluir memorias del modelo en la situación actual y la propuesta.

Por otra parte, se deberá incluir un análisis que contenga, al menos, la clasificación del perfil sísmico de los estratos del subsuelo de acuerdo con publicaciones generales existentes de la Asociación de Ingeniería Sísmica, NSR vigente, similares o sus actualizaciones, incluyendo parámetros sísmicos de aceleración pico sísmica, coeficiente de importancia de estructuras, y coeficientes de efectos locales de sitio, coeficiente de aceleración máxima del terreno con su respectivo coeficiente de amplificación, los coeficientes de aceleración sísmica pseudoestáticos horizontal y vertical para análisis de estabilidad de laderas y taludes, y el cálculo y el diagrama del espectro de diseño sísmico para fundaciones de estructuras en hormigón armado.

Para obras de infraestructura como bocatomas, desarenadores, canales principales y secundarios, diques, estructuras hidráulicas, puente canales, pasos elevados o pasos subterráneos dirigidos, laderas, taludes, terraplenes, vías y puentes se llevarán a cabo procedimientos de investigación que, al menos, cumplan los criterios ya mencionados, pero también garanticen muestreo a profundidad no menor que aquella donde los esfuerzos inducidos no superen el 10% del esfuerzo de contacto de la estructura. Si dicha profundidad es > 7 m, se requerirá taladro mecánico y no se aceptarán perforaciones manuales. No se aceptarán correlaciones en parámetros relevantes como cohesión, ángulo de fricción interna, módulo elástico o cortante, relación de Poisson, peso unitario específico, permeabilidad o cualquier parámetro que se requiera para clasificación física o mecánica de los estratos explorados con fines de diseño de fundaciones o el análisis de estabilidad de laderas y taludes.

En el caso de las presas, sus estructuras complementarias y sus zonas de inundación o de embalse, sus túneles y otras obras mayores de complejidad similar, se harán exploraciones con taladro mecánico con muestreo profundo y sondeos con ensayos geofísicos, de tal forma que queden despejadas todas las dudas sobre las condiciones de fundación de las principales estructuras y de las obras subterráneas. Las pruebas geofísicas deben entregar un perfil de velocidades de onda de corte y compresión de los estratos subyacentes desde la superficie hasta una profundidad no menor de 30 m de profundidad adicional respecto de la cota de apoyo o de fundación de la estructura proyectada.

La investigación mecánica del subsuelo en presas, túneles y obras de mayor complejidad deberá incluir no menos de dos perforaciones por cada 25 m de longitud de presa, túnel, dique o reservorio, en profundidad no menor a 2,5 veces su altura, su diámetro o su profundidad, medida a partir de la cota de apoyo de la estructura, y hasta una profundidad que garantice que los esfuerzos inducidos no superen el 10 % del esfuerzo de contacto de la estructura.

Se debe incluir para cada estructura: la capacidad de soporte estática y pseudoestática o dinámica; el análisis de asentamientos estimados elásticos y por consolidación (si es el caso de suelos compresibles), y el análisis de estabilidad de laderas estático y pseudoestático donde exista potencial de deslizamiento, mediante métodos de equilibrio límite o por elementos finitos, y que incluya dovelas. Deben modelarse los esfuerzos normales y radiales en el caso de túneles, verticales y horizontales provocados por las demás estructuras complejas en el subsuelo, de tal forma que puedan establecerse las estructuras de fundación o soporte requeridas para su estabilidad y, asimismo, la modelación de flujo inducido de agua en el subsuelo en reservorios, diques o canales no impermeabilizados, el análisis de socavación en cauces de corrientes sobre las estructuras proyectadas y el diseño de su protección o el de su contención.

No se aceptará que se realicen únicamente ensayos de compresión axial no confinada o SPT en muestras para el análisis de geotecnia en presas, túneles u obras complejas, sino que deberán programarse, además, ensayos de corte directo y ensayos de triaxial monotónico o triaxial dinámico —en caso de que sea requerido—, incluso para los estratos granulares. Dichas pruebas deberán efectuarse en condiciones efectivas.

Se deberán realizar ensayos suficientes para determinar la clasificación de cada uno de los estratos identificados en la exploración, mediante sistema unificado de clasificación de suelos (UCSC), y de caracterización física: límites de consistencia,



granulometría o lavado en tamiz núm. 200, gravedad específica, peso unitario y humedad natural. Para las áreas de inundación de reservorios y embalses, deben incluirse no menos de dos pruebas de permeabilidad en campo o en laboratorio, por método de cabeza constante o variable, según como corresponda por el tipo de suelo, por cada hectárea inundada, de tal forma que la investigación se lleve a un nivel que despeje todas las dudas respecto a las condiciones de fundación y de estabilidad, no solo de las estructuras superficiales y subterráneas, sino también, del entorno afectado por ellas.

Se presentará un mapa geotécnico con la ubicación georreferenciada MAGNA-SIRGAS de todas y cada una de las perforaciones y las líneas o los sondeos geofísicos, a escala 1:1.000 o 1:2.000, incluyendo notas u observaciones del tipo de exploración, sus condiciones de realización, el entorno morfológico general del sitio y la tabla de numeración, posición y profundidad lograda.

De manera obligatoria, se deberán incluir en los anexos los registros de campo de la exploración directa, geofísica y de los resultados de todos y cada uno de los ensayos realizados, incluyendo los efectuados *in situ* (permeabilidad) y las condiciones o los equipos con los que fueron hechos, así como la referencia de la última verificación o calibración de los equipos necesarios para el desarrollo del ensayo.

De igual manera, deberá presentarse un registro fotográfico detallado de cada una de las actividades de campo y de laboratorio, así como de los sitios de exploración y de las muestras.

Para todo tipo de distrito, la información de las fuentes de material debe realizarse mediante el levantamiento topográfico adecuado, la presentación de las licencias de explotación minera, la licencia ambiental, la propuesta de procedimientos de excavación o explotación, incluyendo la identificación y la cuantificación de los mantos aprovechables y no aprovechables y la realización de ensayos de clasificación y caracterización mecánica del material aprovechable, según el uso para el que se lo requiera, tales como granulometría, límites de consistencia, peso unitario específico o gravedad específica o Bulk, densidad máxima de compactación y humedad óptima y, en el caso de granulares de gradación mixta o bien gradados, el ensayo de CBR, desgaste y resistencia mecánica.

Contenido del informe

El informe deberá incluir, como mínimo, los siguientes aspectos:

- Geología local del proyecto y descripción del subsuelo y de cada unidad geológica, incluyendo espesores, origen y características físico-mecánicas.
- Perfil estratigráfico promedio, ya sea por estructura o por grupo de estructuras, o por estructura particular compleja o del proyecto.
- Alcance de las Investigaciones, y descripción del proyecto y de las estructuras asociadas al diseño hidráulico y estructural de dichas estructuras, donde se evidencie la interrelación profesional de los diseños.
- Presentación de los resultados.
- Análisis de los resultados.
- Selección de parámetros geotécnicos y procedimiento o justificación de selección.
- Planteamiento de factores de seguridad para reducción de parámetros y esfuerzos admisibles.
- Diseño geotécnico de fundaciones, estabilidad de laderas y taludes, entibados, excavación de zanjas, muros o sistemas de contención, capacidad de soporte, asentamientos esperados y movimientos de tierra de rellenos y excavaciones.
- Mapas respectivos de localización y detalle de obra.
- Recomendaciones de sistemas y métodos de ejecución de movimientos de tierra y construcción de obras.
- Recomendaciones de protección de estructuras o predios involucrados.
- Sistemas de explotación de canteras, fuentes de material, y selección, levantamiento y diseño de los sitios de botadero.
- Anexos de perfiles de exploración particular, ensayos de laboratorio o de campo, ensayos geofísicos, registro fotográfico, memorias de los modelos geotécnicos de esfuerzo de deformación del subsuelo alrededor de estructuras, estabilidad de taludes o laderas, flujos de agua en el subsuelo, etc.
- Copia de la matrícula profesional de quien firma o realiza las exploraciones y los ensayos, y la de quien hace los análisis y los diseños, en caso de no haber sido adjuntadas durante el proceso contractual.

2.1.8 Sismología

Todo proyecto deberá incluir, al menos, un análisis y una clasificación del perfil sísmico de los estratos del subsuelo, de acuerdo con publicaciones generales existentes de la Asociación de Ingeniería Sísmica, usando como base, alternativamente, la metodología de la NSR vigente, similares o sus actualizaciones. Deben incluirse parámetros sísmicos de aceleración pico sísmica, coeficiente de importancia de estructuras y coeficientes de efectos locales de sitio, coeficiente de aceleración máxima del terreno, con su respectivo coeficiente de amplificación, los coeficientes de aceleración sísmica pseudoestáticos horizontal y vertical para análisis



de estabilidad de laderas y taludes y el cálculo y el diagrama del espectro de diseño sísmico para fundaciones de estructuras en hormigón armado.

Se llevará a cabo, en caso de obras de especial magnitud e importancia. Para el estudio del riesgo sísmico conviene establecer un sitio equidistante de las alternativas o los proyectos planteados, de tal manera que el estudio general resultante pueda ser aplicable, comparativamente, a todas las alternativas. El parámetro básico que debe aportarse en dicho estudio es la aceleración máxima probable en la roca, para utilizarlo en los análisis preliminares de las obras.

Por otra parte, es necesario confirmar la actividad de las fallas geológicas locales y regionales, para lo cual se requiere emprender un estudio de neotectónica, o evaluación de la actividad reciente de las fallas, a través del reconocimiento de estas por evidencias geológicas y geomorfológicas.

Se actualizará la información histórica existente y se harán una evaluación y una clasificación, para confrontarla con los criterios internacionales para sismos.

Los criterios de diseño deben ser defensivos, tomando en cuenta el mayor sismo (MS) que puede ocurrir durante la vida del proyecto. Con la información regional recopilada, puede obtenerse la aceleración máxima probable.

Con los datos y las características de los eventos sísmicos, la magnitud, la profundidad alcanzada en cada caso y la distancia del epicentro respecto a la zona en estudio, es posible definir el sismo de diseño para el proyecto.

2.1.9 Climatología y meteorología

El propósito de ambos estudios es caracterizar debidamente las condiciones del clima del área de estudio que tengan incidencia en el planeamiento de su desarrollo agropecuario, al igual que contar con la información necesaria para preparar un balance hídrico dentro de las actividades del plan agropecuario y establecer las condiciones de precipitación extrema que inciden en la determinación de los módulos o los coeficientes de drenaje y en el diseño de las obras. De particular importancia serán los análisis sobre precipitación, incluyendo la homogeneización y la complementación de series, la precipitación media multianual, la precipitación decadal, la precipitación extrema y su variación territorial, y las curvas de intensidad-duración-frecuencia.

Se desarrollarán los análisis descritos a continuación.

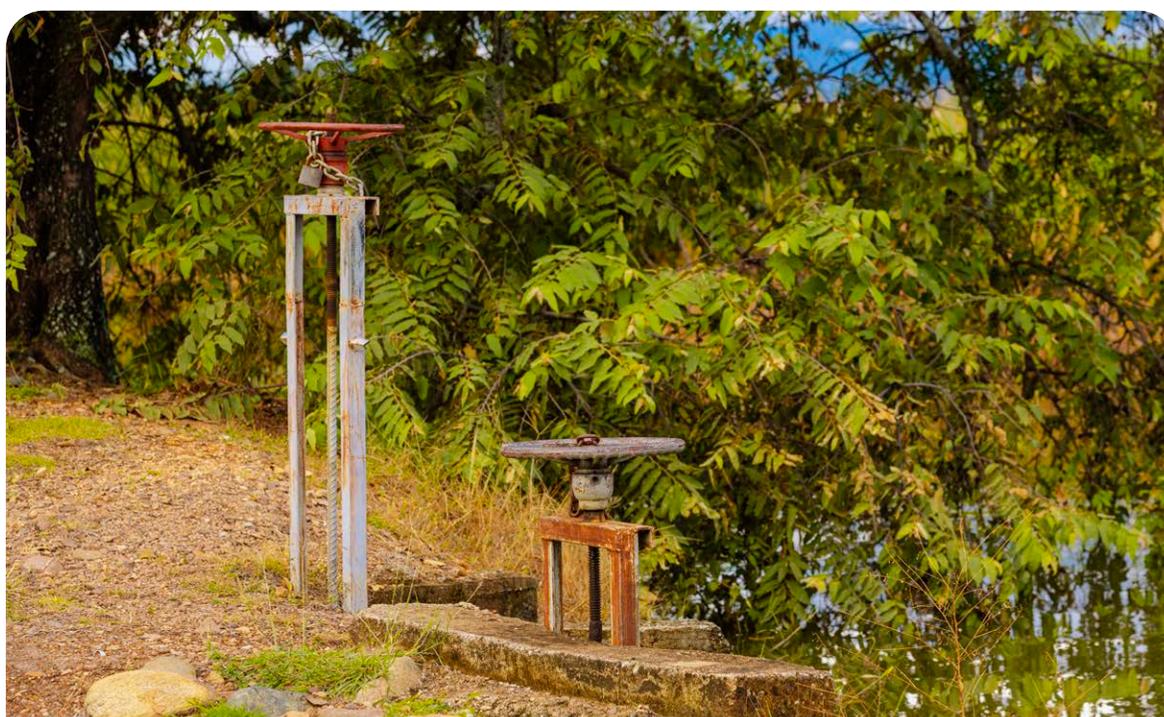


Características climáticas de la zona de estudio

Los parámetros principales por evaluar serán: precipitación, temperatura, humedad relativa, dirección y velocidad del viento, brillo solar, evaporación, y otros que estén disponibles. Dichos parámetros básicos se analizarán para periodos mensuales, siempre y cuando no se los utilice para el cálculo del balance hídrico, en cuyo caso, al igual que para la precipitación, se analizarán para periodos decadales. Se prestará particular atención a la apropiada regionalización de esos parámetros, dependiendo del área de estudio, a fin de establecer una subdivisión en sectores con características climáticas equivalentes en lo que respecta al desarrollo agropecuario y a los requerimientos de riego y drenaje.

Dependiendo de la extensión del área de estudio y de la red de estaciones climáticas existentes, puede ser necesario el análisis dentro de un contexto más amplio, incluyendo estaciones ubicadas en regiones vecinas, y tomar en consideración los posibles efectos de factores como accidentes orográficos, tendencias de circulación de las masas de aire y otros que resulten pertinentes. Se establecerá así, en la medida en que la información disponible lo permita, un modelo general de los patrones de comportamiento temporal y espacial de los parámetros climáticos, que constituya un marco capaz de orientar su apropiada regionalización.

El análisis concluirá con series de los parámetros climáticos para el periodo base seleccionado, aplicables a cada uno de los sectores delimitados.



Análisis de la información disponible sobre precipitación

A partir de la información básica recopilada, se harán el análisis y la homogenización de las series y su complementación, por medio de correlaciones y de comparación entre estaciones sometidas al mismo régimen climático, para series anuales, mensuales y decadales.

- **Precipitación decadal media multianual:** Para la zona del proyecto y para las cuencas de las fuentes de agua en consideración, se obtendrán la precipitación total decadal media multianual y la precipitación decadal con probabilidad de excedencia del 75 %, a partir de la cual se calculará la precipitación efectiva con la metodología que se considere, y la cual será utilizada en el establecimiento de los balances hídricos y en el cálculo de demandas de agua para riego.

La precipitación decadal del 75 % se calculará partir de la precipitación total anual y de la precipitación decadal media multianual, con base en el siguiente procedimiento:

1. Calcular la precipitación total anual con probabilidad de excedencia el 75 %.
2. Calcular el índice de precipitación (I_p) para la precipitación de excedencia del 75 %, con la fórmula $I_p = P/P_m$, donde P es el dato de precipitación del 75 %, y P_m , el promedio de precipitación anual.
3. Calcular los valores de precipitación decadal medio multianual.
4. Finalmente, se calcula el valor de la precipitación decadal del 75 %, a partir de los valores de la precipitación decadal media multianual, multiplicados por el valor I_p para la P_{75} %.

A partir de las características físicas de los suelos, la topografía, la cobertura vegetal y la forma de la cuenca, se calculará el coeficiente de escorrentía y se determinará la precipitación efectiva total decadal para el área de estudio.

- **Precipitación extrema y su variación territorial:** Se hará un análisis estadístico de la precipitación extrema para periodos de uno a quince días consecutivos, utilizando los registros de precipitación diaria, a fin de determinar los coeficientes de drenaje aplicables al área de estudio. Asimismo, mediante el análisis de tormentas históricas registradas simultáneamente en varias estaciones, se derivarán factores de reducción en función del área cubierta por la precipitación específica.

Para cada una de las series de duraciones máximas para días consecutivos se



deberá realizar el análisis de las lluvias diarias, utilizando la distribución de frecuencias que presente el mejor ajuste, a fin de obtener los valores correspondientes para distintos periodos de recurrencia, de acuerdo con el tipo de proyecto por desarrollar.

- **Curvas de intensidad-duración-frecuencia:** A efectos de la determinación de coeficientes de drenaje, es necesario establecer las intensidades máximas de precipitación para duraciones cortas.

Se prepararán curvas de intensidad-duración-frecuencia para las estaciones que disponen de registros pluviográficos. En la medida en que resulte conveniente, se establecerá una zonificación apropiada para la aplicación de diferentes curvas de intensidad-duración-frecuencia, apoyada por correlaciones con precipitación diaria extrema para utilizar la información de las estaciones pluviométricas. A fin de obtener los módulos de drenaje, deberá considerarse la simultaneidad de las precipitaciones en la zona de estudio.

2.1.10 Hidrología

Se harán los estudios hidrológicos requeridos a fin de evaluar las posibles fuentes superficiales y subterráneas para el abastecimiento de agua y el establecimiento de los requerimientos de obras de protección contra inundaciones y de drenaje.

Deberá solicitarse a la autoridad ambiental competente un concepto sobre el caudal ecológico determinado para cada una de las fuentes de abastecimiento consideradas, y el cual será tenido en cuenta en el cálculo del caudal disponible de las mencionadas fuentes hídricas.

Se deberá integrar al análisis de los drenajes naturales y de las fuentes de agua superficial la incidencia de la variabilidad climática; sobre todo, en los aspectos relacionados con los caudales mínimos, en los fenómenos de verano intenso y las amenazas de inundabilidad generadas por los fenómenos de lluvias intensas.

El estudio debe incluir la evaluación y la proyección de las fuentes de contaminación hídrica, tanto en el proyecto como aguas arriba de este, su afectación social y económica, etc., y las opciones de mitigación. En particular, deben considerarse los siguientes aspectos:

- **Consulta y análisis de estudios e información existentes:** Se consultarán y se analizarán exhaustivamente los estudios y las investigaciones que guardan relación con la hidrología regional y local.



- **Concesiones:** Se trata del inventario de concesiones de agua y de derechos establecidos para su aprovechamiento, aguas arriba y aguas abajo, del posible sitio de captación, que afecten la disponibilidad hídrica real para el proyecto. Adicionalmente, debe solicitarse a la autoridad ambiental competente una certificación sobre los usos y los aprovechamientos de la fuente aguas arriba y aguas abajo del sitio de captación.
- **Caudales decadales:** La información de caudales recopilada se evaluará y se la correlacionará utilizando los registros más recientes que se encuentren disponibles, a fin de obtener series decadales homogéneas apropiadas para los propósitos del estudio y que cubran un periodo mínimo de diez años.

En los casos de las corrientes para las que no se disponga de series de información hidrométrica, se utilizarán modelos lluvia-caudal calibrados con información hidrométrica directa existente. Las series de caudales así obtenidas servirán, junto con la serie de precipitación y el uso consuntivo, para el modelo de simulación del balance hídrico decadal sectorizado. De esta forma se evaluarán la capacidad y la confiabilidad de las distintas fuentes para cubrir las demandas de riego.

Como resultado del análisis se presentarán series de caudales, a nivel decadal, de valores medios multianuales y con probabilidad de excedencia del 75 %, lo que se utilizará para determinar la disponibilidad hídrica de las fuentes de abastecimiento previstas para el proyecto.

Caudales y niveles mínimos: En todas las corrientes de agua que sean consideradas alternativas de abastecimiento para la zona del proyecto se deberán estimar caudales y niveles mínimos decadales para periodos de retorno de 5, 10 y 25 años, consolidando los registros históricos y procesando estadísticamente el resultado, para considerar situaciones de simultaneidad.

Se utilizarán los registros obtenidos desde la etapa de reconocimiento del proyecto. En caso de no tener esta información hidrométrica, deberán efectuarse aforos en el tercio final de la época seca, para estimar el caudal base. La estimación deberá efectuarse para cada década del año y para el año. Se recomienda utilizar las series decadales de caudal y aplicar la distribución Gumbel de mínimos, u otra que pueda ser válida.

Caudales máximos: En los sitios de captación de las fuentes de agua deberán determinarse los caudales máximos instantáneos para periodos de retorno de 5, 10, 25, 50 y 100 años. Para los ríos sujetos a protección contra inundaciones deberán definirse, además, los hidrogramas correspondientes a las crecientes máximas para



diferentes periodos de recurrencia, y los cuales serán propagados a lo largo del cauce, a fin de obtener los valores pico en los diferentes puntos de interés y su duración, tomando en cuenta aportes de tributarios y flujo lateral, derivaciones, etc.

Deberán obtenerse las correspondientes curvas de gasto (nivel-caudal) a partir de aforos directos en las secciones transversales de los diferentes puntos de control de características hidráulicas conocidas. Si se consideran presas para embalses, deberán hacerse análisis definitivos de crecientes para el dimensionamiento de las obras de desviación de la corriente de agua por intervenir y del vertedero de excesos. Como resultado de los estudios de crecientes, deberán obtenerse hidrogramas de crecidas para diferentes probabilidades de ocurrencia, incluida la creciente máxima de diseño para el vertedero y para las obras de desviación durante la construcción.

- **Niveles máximos:** En caso de requerirse estudios de protección contra inundaciones en ríos o corrientes que afecten el área del proyecto, se deberán recopilar y procesar los datos de niveles registrados en dichos ríos y calcular los valores máximos para diferentes periodos de recurrencia.
- **Modelos de tránsito de caudales:** Los resultados de los análisis de caudales y de niveles extremos se utilizarán en modelos del tránsito de caudales en los tramos pertinentes de las quebradas y los ríos cercanos a las posibles bocatomas para el suministro de riego, y en los de otras corrientes en las cuales se hayan identificado requerimientos de protección contra inundaciones. Lo anterior, con el objeto de establecer las características de las obras de control y de los diques requeridos, y para el prediseño de obras de captación, bocatomas y demás obras complementarias requeridas.
- **Calidad de agua de fuentes superficiales y subterráneas:** Los índices fundamentales son la conductividad eléctrica, la relación de adsorción del sodio y el carbonato de sodio residual. Se utilizarán las normas del U. S. Salinity Laboratory sobre clasificación de la calidad de aguas para riego, las cuales se presentan a continuación. Se harán análisis fisicoquímicos y bacteriológicos, y sus resultados se consultarán con las normas sobre calidad de agua para uso agropecuario contenidas en el Decreto 1594 de 1984.

Los estudios hidrológicos deben incluir:

- Usos del agua y usuarios (aguas arriba y aguas abajo).
- Fuentes de contaminación hídrica aguas arriba y en el proyecto.
- Áreas susceptibles a inundaciones o a déficit de aguas.
- Levantamientos de campo, aforos líquidos y sólidos.



2.1.11 Sedimentología

Se recopilará y se evaluará la información sedimentológica disponible en el Ideam y otras entidades sobre las fuentes de agua consideradas para el proyecto, con el propósito de analizar el comportamiento sedimentológico de las obras de captación y los costos de mantenimiento del proyecto, así como para estimar el embalse muerto y la vida útil de los embalses, en caso de que se prevean para el proyecto.

En las secciones de las corrientes de agua aledañas a los sitios donde se ubicarían bocatomas, se harán aforos sólidos para analizar el régimen de las concentraciones o cargas de sedimentos en suspensión y la granulometría de dichas concentraciones o cargas, para el prediseño de las obras de captación y de los sedimentadores. En los casos en que se requiera una evaluación de los volúmenes y las características de los arrastres de fondo, esta se basará en los análisis de la granulometría de las muestras de los materiales del lecho y en la aplicación de la ecuación de transporte que más se adapte al caso específico, complementada con el empleo del modelo hidrológico e hidráulico del tramo bajo estudio.

86

Cuando se trate de embalses, se deberán efectuar análisis y estimativos confiables del arrastre de sedimentos, de su origen y de las fuentes de producción de estos en la cuenca, y una evaluación de la carga de sólidos, mediante un programa de aforos. Deberá evaluarse su incidencia en la disposición de las obras, la dinámica de acumulación más probable y el efecto de su colmatación en la vida útil del embalse. También deberán llevarse a cabo los estudios y los análisis detallados de estabilidad de laderas y la evaluación de los posibles problemas derivados de la construcción del proyecto. Se requiere incluir en el estudio la evaluación y la proyección de las tasas de erosión y sedimentación en la cuenca aportante al proyecto, la afectación social o económica y las medidas de mitigación.

Los cambios en el régimen fluvial y los efectos de agradación y degradación del cauce inducidos por las obras deberán ser objeto de estudios de hidráulica fluvial; como resultado de lo anterior, se definirán las soluciones y el tipo de obras que sea necesario adoptar para el control, tanto de la producción como del transporte de sedimentos en la cuenca y en el área del proyecto, todo lo cual deberá ser compatible con la operación y el mantenimiento de las obras.

Con estas bases se evaluarán las posibles incidencias de los sedimentos en la definición de las alternativas que contemplen el uso de embalses de regulación, así como sus implicaciones en el dimensionamiento de las obras correspondientes.

Se deberá revisar la información existente relacionada con la identificación de las zonas de mayor aporte de sedimentos y de programas de recuperación de la cuenca, enfocados en el control del aporte de sedimentos.

2.1.12 Freatimetría

Se recopilará, se analizará y se evaluará la información freaticométrica que se encuentre disponible. Se hará un inventario de aljibes y pozos existentes en la zona, a fin de examinar las profundidades de los niveles freáticos y analizar el comportamiento general de las aguas subterráneas bajo las condiciones de riego que se propongan. Se evaluará la calidad de las aguas freáticas.

Se identificarán zonas en las que se registren niveles freáticos altos o en las que puedan presentarse ascensos inconvenientes de dichos niveles a causa del riego, y donde, por lo tanto, es necesario contemplar sistemas de drenaje subsuperficial.

Para el análisis de la freaticimetría de la zona se utilizará la información que se haya obtenido de los apiques y de los sondeos efectuados durante el estudio agrológico.

En caso de que no exista una red freaticométrica, si se llegare a justificar, se diseñará y se construirá una, según las condiciones de la zona y siguiendo la normatividad existente para tal fin, o de lo contrario, se complementará la información existente sobre la variación de los niveles freáticos, tanto en el tiempo como en el espacio, a fin de determinar las necesidades de drenaje y manejo de estos niveles.



2.1.13 Suministro de agua

Con base en el estudio hidrológico, la disponibilidad de agua, la clasificación de suelos para uso agrícola y las necesidades para consumo humano, se adelantará el análisis de alternativas de suministro, desde los puntos de vista técnico, económico, social y ambiental, con el fin de precisar los recursos hídricos disponibles en la zona y determinar la forma de satisfacer las demandas de agua para riego. Es necesario evaluar el estado actual de los sistemas de aprovechamiento existentes y revisar los demás usos de agua sobre las fuentes escogidas.

Se iniciará, de manera preferencial, con el aprovechamiento de fuentes superficiales sin regulación; si esto fuera insuficiente, se ampliará, para considerar, en su orden, embalses de almacenamiento y trasvases y, en última instancia, acuíferos subterráneos.

Para esta evaluación deberán tenerse en cuenta otros proyectos a corto y mediano plazo que consideren el aprovechamiento hídrico de dichas fuentes, ya sea para acueducto, irrigación, generación eléctrica u otros usos.

Se presentará un informe técnico donde estén contenidos los análisis técnicos, económicos y ambientales de cada una de las alternativas de suministro estudiadas, y se indicará con claridad la alternativa finalmente seleccionada.

2.1.14 Cuencas hidrográficas

Esta actividad se adelantará únicamente para proyectos de mediana y gran escala, con el alcance descrito a continuación.

Se deberá hacer una fotointerpretación general sobre el estado de conservación de las cuencas (el área conformada por las fuentes que tienen influencia en el proyecto), y verificar la información con reconocimientos de campo. Se delimitarán zonas de influencia humana y tipos de bosque.

Con base en la información anterior, se preparará la cartografía correspondiente sobre las bases disponibles, a escala 1:25.000.

Se efectuará un diagnóstico general sobre el estado de la cuenca describiendo su cobertura vegetal, sus explotaciones agrícolas y pecuarias, y sus bosques, identificando problemas críticos y áreas de impacto ecológico (deforestación, erosión). Se hará un reconocimiento de problemas de manejo de las cuencas que tengan



relación directa con el proyecto, ya sea por corresponder a fuentes de suministro de agua para este o por ser cuencas aferentes que producen inundaciones o aportan sedimentos al área, y los programas que se adelantan o se deben adelantar para su ordenación, su recuperación y su conservación.

Se analizarán los aspectos institucionales sobre la competencia y la responsabilidad de organismos locales, regionales y nacionales en cuanto al ordenamiento y el manejo de las cuencas bajo consideración, y se esbozarán los lineamientos generales de las acciones de apoyo a programas vigentes y de los complementarios que se requieran para lograr la recuperación, el manejo adecuado y la conservación de las cuencas. Podrán incluir aspectos tales como el control de la erosión, la conservación de suelos, la corrección de torrentes, el reordenamiento del uso del suelo, los procesos de regeneración natural, la reforestación con especies naturales o comerciales, el control y la vigilancia de los recursos naturales, la explotación de canteras y otras explotaciones mineras, la eliminación o el control de la contaminación y otros aspectos correlativos.

2.1.15 Acuíferos subterráneos

Si la alternativa seleccionada para el suministro de agua incluye acuíferos subterráneos como fuente parcial o total de agua, deberán continuarse las investigaciones a partir de los resultados de los estudios en la prefactibilidad y priorizar los estudios y los análisis respectivos frente a la disponibilidad y la calidad del agua subterránea, antes de avanzar con los demás estudios básicos del proyecto; es decir, hasta tanto no se tenga certeza frente a la disponibilidad de agua, se sugiere no adelantar otros componentes de los estudios básicos. Igualmente, tal situación deberá contemplarse en el cronograma de ejecución de los estudios y los diseños del proyecto.

En consideración a lo anterior, se recomienda que en tales casos, esta sea una primera subfase de estudios básicos que se debe adelantar al inicio del contrato, y cuyos resultados condicionarán la ejecución de los demás estudios básicos y el estudio de factibilidad. En ese sentido, en el proceso precontractual y contractual debe constar dicho condicionante, advirtiendo que si como resultado del análisis de acuíferos subterráneos se establece que no hay disponibilidad hídrica, no se proseguirá con el estudio de factibilidad, y el consultor no tendrá derecho a reclamaciones ni indemnizaciones.

De acuerdo con lo anterior, el alcance de este componente se enfoca en la identificación del potencial del acuífero, la estimación de la calidad y la caracterización



del agua subterránea, hasta un nivel de detalle que permita pronósticos confiables sobre la factibilidad técnica y económica de la explotación de los acuíferos que aseguren los caudales requeridos para satisfacer las demandas previstas y sobre los costos de la dotación del agua, incluyendo inversiones, reposición de equipos y gastos por la operación y el mantenimiento de dichos equipos, de tal manera que sirva como soporte para la solicitud del permiso de prospección de pozos y exploración de aguas subterráneas. Por ello, se deberán adelantar los estudios hidrogeológicos respectivos, que cumplan, al menos, con los siguientes aspectos:

- Se delimitarán las áreas de potencial comprobado para profundizar en ellas los estudios hasta un nivel de detalle que permita pronósticos confiables sobre la factibilidad técnica y económica de la explotación de los acuíferos que aseguren los caudales requeridos para satisfacer las demandas previstas y sobre los costos de la dotación del agua, incluyendo inversiones, reposición de equipos y gastos por la operación y el mantenimiento de estos.
- En las áreas seleccionadas se profundizarán los estudios geológicos y estratigráficos y se prepararán secciones geológicas. Se realizará un programa complementario de investigaciones geofísicas, que se correlacionará con los estudios geológicos, y un programa de perforación de pozos de investigación (o de prueba), definido con base en los resultados anteriores, que permitirá conocer con mayor nivel de certidumbre la localización, el espesor y la profundidad de los acuíferos considerados y los caudales aprovechables.
- Para evaluar el rendimiento de un acuífero, se correlacionarán los perfiles de los pozos de investigación con mediciones geoeléctricas.
- Se harán pruebas de bombeo en los pozos de investigación (o de prueba) y en los puntos de agua subterránea del inventario, a fin de definir el caudal específico, estimar las características de abatimiento y recuperación y determinar las posibles interferencias. Se efectuarán análisis de las pruebas de bombeo para establecer los coeficientes que caracterizan las propiedades hidrológicas de un acuífero; o sea, la transmisividad o la capacidad conductiva y el volumen probable de almacenamiento.
- Con los estimativos de dichos coeficientes, se calculará el balance hídrico del acuífero y sus variaciones estacionales analizando los componentes de reabastecimiento y de descarga.
- Se definirán el potencial extractivo de cada acuífero, su caudal seguro o firme y el régimen propuesto de explotación, incluyendo el programa de perforación de pozos. Se preparará un mapa a escala adecuada, con rangos de caudales específicos, caudales promedio por pozo, profundidad recomendada de perforación y su localización y sus dimensiones.
- Se elaborará un modelo hidrogeológico conceptual del acuífero que permita



determinar la interacción de este con las aguas superficiales e identificar las zonas potenciales de recarga del acuífero.

- Se hará el cronograma de obras y presupuesto estimado, coherente con el método y con el tipo de perforación, y que incluya gastos por la operación, la reposición de equipos y el mantenimiento de estos.
- Se adelantará la caracterización físico-química y bacteriológica del agua subterránea. Los índices fundamentales son la conductividad eléctrica, la relación de adsorción del sodio y el carbonato de sodio residual. Se utilizarán las normas del U. S. Salinity Laboratory sobre clasificación de la calidad de aguas para riego. Igualmente, los resultados se consultarán con las normas sobre calidad de agua para uso agrícola contenidas en el Decreto 1076 de 2015.

2.1.16 Estudios sociales y organizacionales

Para este estudio social, es importante tener la caracterización social, económica, cultural, política e institucional realizada en la prefactibilidad:

Para su elaboración, se recurrirá al análisis cuantitativo y cualitativo de información proveniente de fuentes primarias, a través de la aplicación de métodos participativos o etnográficos acordes con las realidades sociales y culturales de las comunidades, al igual que de fuentes secundarias representadas en estudios regionales y locales, actualizados y vigentes. (UPRA, 2015b)

El estudio social lo constituyen las siguientes variables y conceptos, los cuales deben presentarse, describirse y analizarse en el área de influencia —es decir, del municipio— y el área del proyecto, para construir el diagnóstico social y el nivel de organización que permita conocer la población beneficiaria del proyecto en cuanto a sus necesidades, sus posibilidades y su participación.

2.1.16.1 Demografía

- Presentar históricamente el proceso de poblamiento y migración, las relaciones sociales y culturales (relaciones de producción, género, roles y estructura de la familia, entre otros).
- Población total distribuida según las unidades territoriales que forman parte del área de influencia directa del proyecto.
- Presentar la distribución de la población por rangos de edad y sexo, así como los niveles de escolaridad de la población económicamente activa, junto con el correspondiente análisis sobre sus efectos en el proyecto.



- Caracterizar y analizar la población del área del proyecto en relación con su condición étnica, social y económica.
- Presentar y analizar la información actualizada relativa a los índices de desarrollo humano y de necesidades básicas insatisfechas, densidad de la población, desempleo real local, valor anual del autoconsumo (humano, para alimentación animal y como semilla para la siguiente siembra), valor de los retiros básicos o de la canasta familiar en efectivo, venta de mano de obra familiar (trabajo asalariado), uso de mano de obra familiar (no asalariada) en el desarrollo de las actividades productivas, valor del patrimonio familiar y valor anual de otros ingresos familiares.
- Caracterizar la población beneficiaria del proyecto que está en condiciones de vulnerabilidad social.
- Para el caso de las comunidades étnicas, se hace una caracterización del sistema cultural y se aplica la normatividad vigente para estos casos.

2.1.16.2 Servicios, transporte y vías en las unidades territoriales

- Identificar y analizar la calidad, la cobertura, el funcionamiento y la infraestructura de los servicios que permitan establecer un diagnóstico de la situación actual, para identificar, presentar y analizar servicios a la vivienda en relación con los sistemas de alcantarillado, acueducto, energía, manejo de residuos, comunicación o tecnologías de la información, entre otros.
- Asimismo, identificar, presentar y analizar los servicios de salud y educación, los programas de vivienda, el estado de dichas viviendas y la recreación.
- Adicionalmente, identificar, presentar y analizar los diferentes medios del transporte y las vías que pueden o no fortalecer el desarrollo del proyecto de ADT.

2.1.16.3 Organización social

Hacer un análisis etnográfico: identificar la organización social de los beneficiarios y describir las relaciones y las prácticas tradicionales, para el caso de comunidades indígenas, raizales y negras, de acuerdo con la normatividad vigente para esta población.

- Para otras comunidades distintas de las anteriores, identificar y describir las organizaciones sociales y productivas, y los espacios de participación y liderazgo que pueden influir en el desarrollo del proyecto de ADT.
- Identificar el rol y las funciones de la mujer en la producción y en el núcleo o la unidad familiar, y su influencia en la toma de decisiones en la comunidad. Caracterizar la familia en cuanto a su tipología y su estructura.

2.1.16.4 Sistema político institucional

- Identificar y analizar la relación de las instituciones públicas y privadas con el área del proyecto vinculando programas y proyectos de dichas instituciones para el desarrollo del proyecto de ADT.
- Identificar las organizaciones comunitarias y las actividades que realizan, los espacios de participación y los líderes que influyen en el desarrollo del proyecto.

2.1.16.5 Asentamientos arqueológicos

Con base en la información registrada en la prefactibilidad, y en caso de existir hallazgos arqueológicos, deben comenzar a aplicarse y cumplirse la normatividad y los procedimientos exigidos para estos casos.



2.1.16.6 Ordenamiento social de la propiedad

Proceso de planificación y gestión para ordenar la ocupación y uso de las tierras rurales y administrar las tierras de la nación, que promueve el acceso progresivo a la propiedad y a otras formas de tenencia, la distribución equitativa de la tierra, la seguridad jurídica de la tenencia de la tierra, la planificación, gestión y financiación del suelo rural, y un mercado de tierras transparente y monitoreado, en cumplimiento de la función social y ecológica de la propiedad, con el fin de contribuir a mejorar la calidad de vida de la población rural. (Resolución 128 de 2017)

Esta información es muy importante, pues sirve como insumo para las distintas disciplinas y las áreas de estudio del proyecto de ADT y legalización de las tierras, según los derechos de propiedad.

2.1.17 Potencial social y organizativo de los beneficiarios

Con base en el estudio social, se requiere presentar la situación actual de los beneficiarios del proyecto de ADT, con el fin de establecer el potencial social y organizativo de los usuarios a través del análisis de los distintos componentes:

- Identificar las condiciones económicas, para determinar las principales fortalezas que les permitan a los beneficiarios del proyecto de ADT mejorar sus condiciones económicas, en relación con el origen de los ingresos, la disponibilidad de mano de obra, la rentabilidad de los cultivos y el interés, en el futuro, en pagar el proyecto de ADT.
- Identificar la situación técnica para realizar actividades que permitan a los usuarios aplicar nuevas tecnologías en la producción bajo riego.
- Identificar las posibilidades asociativas, participativas y organizativas para trabajar de forma comunitaria y responsable, a partir de las fortalezas y las debilidades de los beneficiarios del proyecto de ADT.
- Identificar las condiciones administrativas a través de la forma como planifican, diversifican y elaboran presupuestos los beneficiarios del distrito.

2.1.18 Información catastral

Con base en las planchas, los listados y las fichas catastrales disponibles en las correspondientes oficinas departamentales o municipales de catastro, en la restitución aerofotogramétrica, se obtendrá o se actualizará la información sobre tamaños, formas y linderos de las propiedades dentro del área del proyecto, y la

cual se trasladará a planos dibujados a la misma escala utilizada para realizar los prediseños.

Esta última información, en particular, servirá para que en las alternativas del plan de ingeniería que se propongan se faciliten tanto la localización de los canales, los ductos y las estructuras, para evitar el fraccionamiento innecesario de predios, como la definición de las zonas de estos que deberán ser adquiridas para la construcción, la operación y el mantenimiento de las obras. Igualmente, es un insumo básico para los prediseños prediales y la lista general de usuarios.

Con base en los planos cartográficos, las fotografías y la información en el ámbito predial existente en las oficinas de catastro, el consultor deberá diligenciar una ficha técnica para cada uno de los predios, incluyendo los aspectos físicos, económicos y jurídicos.

Con base en la ficha técnica diligenciada en el punto anterior y en la cartografía predial, y con soporte en las fotografías aéreas, se deberán hacer el reconocimiento y la identificación predial en el área de influencia del proyecto actualizando, corrigiendo o complementando la información del catastro.

Cuando se presenten discrepancias entre la información cartográfica predial y lo observado en campo, se debe actualizar la citada cartografía, previa verificación de los linderos con los beneficiarios o los poseedores, y con base en la interpretación de los linderos contenidos en los títulos de adquisición. Esta actualización se realizará en los planos de la cartografía.

Se requiere obtener y precisar información catastral, notarial y de registro para cada uno de los predios dentro del área de influencia, y complementar la información contenida en las fichas técnicas (adjuntar soporte documentado).

Se requiere elaborar un estudio de títulos para cada uno de los predios beneficiados con el proyecto, a fin de determinar su condición jurídica. En el caso de encontrar poseedores, el consultor deberá establecer, hasta donde le sea posible, si tal condición se ostenta sobre bienes baldíos o si corresponde a predios de particulares que hayan sido invadidos.

Se debe elaborar un mapa temático sobre los usos actuales del suelo en cada uno de los predios beneficiados.

Con base en los ítems contemplados en la ficha técnica, deberá elaborarse un

mapa predial en formato digital compatible con sistemas de información geográfica, y entregarse en medio digital, con la siguiente información, en formato DXF:

- La información de inventario predial, incluyendo la correspondiente al nombre del beneficiario, la cédula catastral, el área total, el área que se beneficiará con el proyecto, y las coordenadas, entre otros.
- El archivo digital de datos actualizados asociados a la información de cada predio debe entregarse en medio digital, procesado en hoja de cálculo.
- Deberán entregarse los mapas catastrales sobre tenencia de la tierra, en original y dos copias.
- Se deberán clasificar todos y cada uno de los predios de acuerdo con la UAF del municipio, en pequeños, medianos y grandes beneficiarios, mostrando en un cuadro el número de predios de cada grupo y el porcentaje del total de área.

2.1.19 Situación agropecuaria actual

Se adelantará el análisis de la situación y características de la producción agropecuaria en el área del proyecto, tanto en los grupos de productores, según el tamaño de sus predios, como en el conjunto de estos.

Se profundizará el análisis de las actitudes de los beneficiarios de los predios por beneficiar hacia la explotación de dichos predios y las restricciones de todo tipo que existen para lograr un incremento en la producción, en la productividad y en los ingresos netos de productores, con el propósito de conocer la situación actual agropecuaria, a fin de que sirva de base para definir la condición sin proyecto, buscando contar con los antecedentes necesarios para el establecimiento del plan agropecuario.

La situación actual agrícola y pecuaria se refiere a las zonas que conforman el área de estudio (área por beneficiar); esta debe reflejar y cuantificar la realidad agropecuaria sin proyecto, por lo que no puede limitarse a presentar las cifras del último año o el último semestre calendario, sino que debe valorar lo que usualmente sucede y es representativo de la zona.

Lo anterior implica que las áreas, los usos, las prácticas culturales, los costos de producción, los rendimientos, los precios, etc., no pueden ser coyunturales; es decir, no pueden reflejar situaciones excepcionales que pueden darse por primera vez o pueden no repetirse, por lo cual debe analizarse la gama de resultados que de verdad muestren el comportamiento de la producción agropecuaria, sin la incidencia del proyecto de ADT.



Se analizarán los aspectos expuestos a continuación.

Uso actual del suelo rural

Se deberá presentar, para los dos últimos semestres anteriores a la realización del estudio (último año agrícola) el detalle del área ocupada por las diferentes explotaciones agrícolas y pecuarias, por la infraestructura productiva, los bosques, las zonas de vivienda, las zonas recreacionales y deportivas, las áreas no productivas, etc.

A partir de la situación actual y las tendencias del desarrollo de la actividad agropecuaria en la zona de estudio, debe identificarse la situación sin proyecto, cubriendo los siguientes aspectos:

- Área anual sembrada (ocupada) y cosechada en las distintas actividades agropecuarias (cultivos y explotaciones pecuarias).
- Análisis del uso actual de la tierra y de los sistemas y las tecnologías aplicadas en la explotación agropecuaria, para identificar los problemas técnicos, económicos y sociales que afectan la producción y la productividad.
- Fechas de siembra y de cosecha de los cultivos, y rotaciones.

Características de los cultivos

- Descripción de cultivos (permanentes, semipermanentes, transitorios, semestrales, y pastos) predominantes en el área del proyecto (área por beneficiar) y en su zona de influencia, sistemas de producción, variedades y ciclos productivos.
- Patrones típicos tecnológicos y de costos, indicando mano de obra (asalariada y no asalariada), maquinaria (propia y alquilada), insumos (propios y comprados), intereses, asistencia técnica, administración y otros, rendimientos (t/ha) y precios (\$/t), según calidades de los productos, a nivel de finca o del productor, e ingresos netos (\$/ha/ cosecha o por ha/año).
- Volumen anual de la producción en toneladas por año, por producto y valor anual de la producción, por producto y total para el proyecto.
- Volumen y valor anual de la producción para autoconsumo (humano, animal y para semilla).

Características de la producción pecuaria

- Pastos: tipos, características principales, sistema de pastoreo, control de malezas, manejo aplicado a forrajes. Superficie (ha) en pastos naturales, mejorados y de corte. Principales especies de gramíneas y leguminosas, y porcentaje de la superficie total.
- Tipos de manejo de pastos, sistemas de pastoreo, periodos de descanso, periodos de recuperación (rotaciones), producción de forrajes (t/ha/año).
- Descripción de los tipos de explotación pecuaria: cría-levante, leche, doble propósito, ceba, combinaciones.
- Cuantificación de la población ganadera: definición del hato patrón, clasificación según categorías, capacidad de carga actual, en cabezas/ha o UGG/ha.
- Sistema de explotación pecuaria: tecnología aplicada en cuanto a manejo, alimentación, programas sanitarios, razas existentes y sus cruces, instalaciones, equipos y maquinaria. Patrones tecnológicos y de costos de producción por ha/año, indicando mano de obra (asalariada y no asalariada), maquinaria (propia y alquilada), insumos (propios y comprados), intereses o costos del capital, valor de arriendo (\$/ha/cosecha) o por año. Asistencia técnica, administración y otros rendimientos (t/ha/cosecha o t/ha/año) y precios (\$/t), según calidades de los productos, a nivel de finca o del productor, e ingresos (\$/ha/cosecha o \$/ha/año), según el tipo de explotación.
- Rendimientos (cuantificación de coeficientes técnicos): porcentaje de maternidad-mortalidad, periodo de lactancia en días, intervalo entre partos (días), periodo de ceba (días), periodo de levante (días), producción de leche en (l/ha/año), producción de carne (kg en pie/ha/año).
- Patrones de costos de instalación de pastos de corte y de praderas (\$/ha o \$/año). Patrones de mantenimiento de pastos de corte de praderas y de instalaciones ganaderas.
- Cuantificar el volumen y el valor de la producción pecuaria anual del área por beneficiar. Es importante resaltar que debe hacerse el análisis para cada uno de los productos resultantes de las explotaciones pecuarias. En el caso de ganado doble propósito (bovino, caprino, bufalino, etc.), se deben tener en cuenta la carne y la leche por separado, y a cada uno hacerle el respectivo análisis, y lo mismo cuando son explotaciones avícolas donde se obtienen carne y huevos, y así para cada una de las explotaciones que se propongan.

Asistencia técnica y otros servicios de apoyo a la producción

- Programas existentes de investigación, validación, transferencia de tecnología y asistencia técnica.

- Costos de la asistencia técnica.
- Crédito.
- Programas de crédito, disponibilidad y costo.
- Maquinaria agrícola con sus características, estado, descripción e inventario.

Valoración y jerarquización de los limitantes a la producción

Crédito para inversión y para capital de trabajo, ADT, inseguridad y orden público, capacidad financiera de los beneficiarios potenciales, capacidad empresarial, infraestructura vial (disponibilidad y estado de las vías), mercados, canales de comercialización, infraestructura para la comercialización, disponibilidad y costos del transporte.

2.1.20 Mercado

Se requiere ratificar que la producción agrícola o pecuaria propuesta será coherente con la política nacional de competitividad y con los planes de desarrollo vigentes, para lo cual deberá hacerse el análisis de la política agropecuaria actual, municipal, departamental, nacional e internacional, si es el caso.

Para los productos agropecuarios que se obtienen en la condición actual, en el área por regar se detallarán los canales y los circuitos de comercialización, los agentes principales para realizarla, los compradores, los precios y su estacionalidad (épocas de venta), la forma de pago, el uso y el destino final de la producción, los márgenes de comercialización en los diferentes eslabones de la cadena y su impacto en los mercados terminales. Este análisis deberá concretarse en un diagnóstico de la situación actual del mercado y la comercialización del área del proyecto, teniendo en cuenta, entre otros, los siguientes aspectos:

- Oferta local de la producción, indicando las cantidades realmente ofrecidas, en los sitios donde también se vende la producción obtenida en el área por beneficiar.
- Demanda de la producción actual, indicando sus compradores; entre ellos, los intermediarios, los mayoristas, los minoristas y los consumidores.
- Canales de comercialización existentes para la obtención de los insumos y para la venta de la producción actual.
- Precios de los productos vendidos por los usuarios potenciales del proyecto, y su estacionalidad, indicando las épocas de mayores y menores precios, las épocas de cosecha de los productos obtenidos en el área por regar o beneficiar y las épocas de mayor y menor oferta, y su incidencia en los precios.
- Características de las organizaciones con presencia en la zona del proyecto para comercializar la producción.
- Determinar y caracterizar la logística disponible a escala local para la



comercialización (manejo de poscosecha y agroindustria), la correspondiente a infraestructura, el transporte y los servicios de apoyo, indicando el estado en que se encuentra.

- Organizaciones para la comercialización de insumos y productos existentes y proyectados, y su nivel de desarrollo.
- Iniciar gestiones que conduzcan a suscribir acuerdos de comercialización presentando acuerdos de comercialización proyectados.

Se requiere realizar un análisis de la competitividad de la proyección de la producción actual (esperada en la situación actual) frente a la importación de los mismos productos o de productos equivalentes, tomando en cuenta la globalización de la economía y los mercados bilaterales y multilaterales, incluyendo la suscripción de tratados de libre comercio (TLC) con Estados Unidos y otros países. Los estudios de mercadeo deberán analizar la oferta y las demandas local, regional, nacional e internacional, según como se requiera en cada caso, y definir las posibilidades reales de vender la producción incremental potencial por obtener con el riego, a precios que sean atractivos para los productores y para los consumidores.

2.1.21 Situación actual de ingeniería

Con el fin de establecer la situación actual a nivel de ingeniería del proyecto y la capacidad instalada de la infraestructura existente, es necesario revisar las condiciones básicas de estabilidad y calidad de la obra, tomando en cuenta características como la capacidad instalada, la capacidad utilizada, la capacidad residual y el estado de esta.

Se deberá hacer un inventario detallado de las obras existentes en la zona del proyecto; en especial, las relacionadas con riego, drenaje, protección contra inundaciones, viales y de infraestructura agrícola y agropecuaria que pueda ser relacionada o incluida en el proyecto de ADT y las obras identificadas como parte del proyecto y que sean prediseñadas en esta etapa del proceso.

El inventario debe efectuarse mediante la recopilación de información suministrada por los posibles beneficiarios del proyecto, las inspecciones de campo y la información obtenida de estudios existentes.

Para la conformación del inventario debe recopilarse información detallada de la localización de cada obra con levantamiento estructural de la geometría existente, el tipo de obra, el estado actual, el levantamiento de fisuras o grietas, las condiciones de funcionamiento, la capacidad de funcionamiento, y los materiales con ayuda de extracción de núcleo. Para el caso de estructuras como desarenadores, deben extraerse núcleos en zonas donde no se vulnere la estanqueidad; debe evaluarse la posible utilización o no en el proyecto en desarrollo.



En caso de que algunas de las obras identificadas e inventariadas puedan ser integradas al plan de ingeniería del proyecto, estas deberán ser evaluadas de forma detallada, para lo cual se realizará una evaluación técnica hidráulica, estructural, geotécnica y de funcionalidad, verificando su funcionamiento dentro del plan de ingeniería y su vida útil en relación con el periodo de diseño de las obras del proyecto.

Adicionalmente, se debe realizar un análisis de la infraestructura vial y eléctrica de comunicaciones, servicios públicos, establecimientos de salud, educación y demás obras relacionadas con la infraestructura y la adecuación de la zona de interés del proyecto, considerando las que puedan ser de interés para labores adicionales, como almacenaje, ensilaje, administración, operación y mantenimiento.

El catastro de obras existentes debe incluir, como mínimo, los siguientes aspectos:

- **Sistemas de riego:**

- o Caracterización de la fuente de agua (caudales, calidad del agua, estacionalidad).
- o Caracterización del sistema: caudales de funcionamiento del sistema, módulos de riego, eficiencias, cobertura, modo de operación desde la captación hasta la aplicación del riego a los cultivos.
- o Delimitación del área de riego: delimitación y localización del área de cobertura del servicio.
- o Caracterización de las obras: identificación de las obras existentes, dimensiones, características técnicas y evaluación del estado actual y de funcionamiento. Esta caracterización se debe realizar para cada uno de los sistemas que se encuentren, incluyendo riego, drenaje y protección contra inundaciones, con las características técnicas, eléctricas y mecánicas de los equipos pertenecientes al sistema.
- o AOM existente: identificación de la organización y la estructura de AOM que se tiene para el sistema, estructura tarifaria, tipo de operación, relación de la organización con las entidades del Estado y manejo de subsidios e incentivos, si es el caso.

- **Infraestructura de vías y servicios del área del proyecto:**

Caracterización de las vías: se deberán identificar, localizar y caracterizar, de acuerdo con su jerarquía, la malla vial de la zona del proyecto, incluidas las vías de acceso a la malla vial nacional y las que sean necesarias para la conexión del proyecto con las principales y las que se requieran para la entrada y la salida de productos por comercializar como resultado del proyecto en estudio. Deberá hacerse un examen de las condiciones de la vía, que incluya el análisis de sus características principales, su estado actual y de mantenimiento, el tipo de acabado, el estado de las obras de drenaje longitudinal y transversal, la identificación de puntos críticos por estabilidad

o deslizamientos, la pérdida de calzada o problemas por reducción de calzada, o defectos de diseño geométrico, como curvas pronunciadas o pendientes excesivas.

- **Infraestructura de servicios públicos:**

Se deberá identificar y localizar las redes y las instalaciones de servicios públicos; asimismo, deberán delimitarse la cobertura, la calidad del servicio y su incidencia en el desarrollo de la zona del proyecto. En caso de requerirse la conexión de las obras del proyecto a las redes de servicios públicos —como, por ejemplo, las redes eléctricas—, deberán analizarse las capacidades de estas redes y la disponibilidad de energía para los requerimientos del proyecto, o sus necesidades de ampliación y complementación.





2.2 Diagnóstico

Un proyecto de ADT no puede ser visualizado como una entidad que debe cumplir apenas con la viabilización de la producción agropecuaria intensiva en una determinada área, sino que debe ser entendido como un instrumento de política de desarrollo socioeconómico sostenible. Por tal razón, el diagnóstico no se debe limitarse a describir la situación agropecuaria local actual y sugerir fórmulas para dinamizar la producción agropecuaria, sino que debe analizar y producir recomendaciones sobre todos los aspectos que caracterizan la situación social y económica local y de la región.

Así, se preparará el diagnóstico integral de la situación del proyecto, derivado de los resultados de los estudios básicos sobre las características físicas, climáticas, sociales y económicas más sobresalientes de la zona por beneficiar y de su área de influencia. Se identificarán las principales características, las actividades económicas y las restricciones sociales, económicas, de infraestructura (social y económica), ambientales, agroeconómicas, tecnológicas y de comercialización que resultan en la situación actual, y que, adicionalmente, limitan el buen desempeño de la producción agropecuaria.

Los aspectos más importantes por revisar serán los relacionados con el desarrollo



humano local y regional que específicamente tengan efectos sobre la producción agropecuaria. Se analizará la situación actual del mercado y de la comercialización de la producción, así como las restricciones que encuentran los productores para modificar la explotación de sus predios, sus actitudes hacia la materialización del proyecto y la intensificación de las actividades agropecuarias con el uso de las obras del distrito. Igualmente, se analizará la situación actual de los productores como futuros usuarios del riego y el drenaje, caracterizando al detalle su potencialidad social y definiendo un claro perfil organizativo, con base en los elementos ya enunciados, determinando las necesidades de capacitación y de servicios complementarios que requieren los usuarios.

Dos aspectos de suma importancia que deberán ser considerados en el momento de realizar la investigación de la muestra social son:

- Las aspiraciones de la población respecto al futuro y lo que, para los entrevistados, constituyen las principales deficiencias y las causas de su situación socioeconómica actual.
- La disposición a pagar: los usuarios deberán reembolsar las inversiones realizadas, así como costear la AOM y la reposición de equipos. Se definirá y se someterá a la aprobación de la interventoría una metodología para realizar este análisis. Es indispensable que los futuros usuarios tengan plena conciencia sobre las implicaciones de su adhesión al proyecto en términos económicos y financieros.

Con base en la información de los estudios básicos, se debe elaborar un diagnóstico de la situación ambiental del proyecto que incluya:

- La disponibilidad de agua de las fuentes seleccionadas, tomando en cuenta el concepto emitido por la autoridad ambiental competente en relación con el caudal ecológico, si así se requiere.
- Las causas de inundación y áreas inundables para diferentes tiempos de retorno (mapa).
- La localización del proyecto en el contexto ambiental regional. A tal efecto, deberán representarse los ecosistemas de importancia social y las áreas de manejo especial o protegidas y de reserva forestal.

En este sentido, deben representarse —si existen en el área de influencia del proyecto— las siguientes zonas:

- **Áreas de manejo especial:** Proyectos de manejo integrado y áreas de recreación,



cuencas hidrográficas en ordenación, proyectos de conservación de suelos y sistemas de parques nacionales.

- **Áreas protegidas:** Territorios faunísticos, áreas protegidas por entidades territoriales, reservas de la sociedad civil, reservas forestales o cualquier otra clasificación existente para el área.

El diagnóstico integral servirá de base para determinar la condición sin proyecto que se utilizará en la evaluación, con el objeto de elaborar recomendaciones sobre las directrices y los criterios de intervención para promover la producción agropecuaria intensiva y el desarrollo social y económico sostenible, así como la definición de las estrategias de participación, los servicios complementarios requeridos y la gestión para la articulación que garanticen un desarrollo social y empresarial que asegure la sostenibilidad del proyecto agrícola y pecuario.

El diagnóstico integral deberá listar y describir, junto con la situación social y económica actual, los factores que han conducido a la situación diagnosticada, así como los positivos que pueden favorecer la dinamización de la economía local y regional. Deberá hacer recomendaciones de orden general que puedan dinamizar la economía local y regional y remover factores negativos. Igualmente, deberá enumerar las deficiencias y las carencias de infraestructura física y social que interfieran o puedan interferir con el desarrollo sostenible del proyecto y de la región.





2.3 Planeación

Se requiere desarrollar los aspectos expuestos a continuación.

2.3.1 Estudio de mercado

El estudio de mercado en la factibilidad tendrá como objetivo establecer, para cada uno de los productos agrícolas y pecuarios factibles de ser generados con el proyecto, dadas las condiciones agroclimáticas en la zona del proyecto, las características de la oferta y de la demanda a escala local, regional, nacional —y aun, internacional, si hay lugar para ello—, así como los precios al productor y las condiciones de su comercialización.

En el análisis de oferta y demanda deberán tenerse en cuenta las metas de producción y las proyecciones del mercado establecidas en los planes de desarrollo municipal, departamental y nacional, así como las desarrolladas por los gremios de la producción.

Se requiere definir los canales de comercialización de la producción propuesta, así como el canal más adecuado para la comercialización eficiente de la producción del distrito y, además: formular una estrategia para la comercialización, indicando las entidades o las organizaciones que proveerán la infraestructura y el transporte

requeridos, y realizar gestiones con comercializadores y compradores potenciales, para promover la firma de preacuerdos de comercialización, indicando, como mínimo, los volúmenes de producción requeridos, las características exigidas de los productos, el lugar de entrega de los productos, los precios de venta y las condiciones de logística de los productos.

Los resultados de los estudios de mercado y comercialización deberán orientar el plan agropecuario en la factibilidad y ser un apoyo permanente en las decisiones de producción durante la operación del proyecto.

Se requiere ratificar que la producción agrícola o pecuaria propuesta será coherente con la política nacional de competitividad y con los planes de desarrollo vigentes, para lo cual deberá hacerse el análisis de la política agropecuaria actual, municipal, departamental, nacional e Internacional, si es del caso.

En aplicación de lo establecido en el numeral 4 del artículo 21 del Decreto Ley 2364 de 2015, la Consultoría debe revisar y analizar los documentos disponibles en el link: <https://www.adr.gov.co/atencion-y-servicios-a-la-ciudadania/comercializacion/> a fin de que el producto agropecuario más representativo cuente, una vez finalizados los estudios y diseños, con la proyección de un acuerdo con aliado comercial, para los potenciales beneficiarios o asociación provisional de usuarios del distrito de adecuación de tierras.

El estudio de mercado se debe realizar en dos fases; a saber:

- A partir del uso actual y potencial del suelo en el área del proyecto, es necesario actualizar el análisis y la identificación de los productos que realmente podrían tener mercado a precios que sean rentables para los productores y atractivos para los consumidores. Como resultado de esta fase, se debe tener una lista de productos, variedades, cantidades máximas para ofrecer, fechas para ofertar, precios de venta y forma de pago, con los cuales se elaborará el plan agropecuario.
- Con base en las áreas propuestas para sembrar con el distrito, según el plan agropecuario, se deberá demostrar que los volúmenes de producción esperados para las variedades propuestas tendrán una demanda efectiva.

Como resultado de esta fase, se deberán indicar los sitios y las épocas de venta, con sus respectivos volúmenes, variedades, calidades, precios y forma de pago, forma de presentación, disponibilidad, costos de transporte, etc., que hagan rentable la producción para los beneficiarios del distrito.

Los estudios de mercado deberán incluir las actividades que se enumeran seguidamente.

2.3.1.1 Recopilación de información

Mediante investigación bibliográfica y consultas a entidades, organizaciones, agremiaciones o personas representativas de los procesos de producción, comercialización y consumo de productos agropecuarios, incluyendo la agroindustria, se deberá establecer y catalogar información sobre los siguientes aspectos, entre otros:

- Desarrollo y evolución que han tenido los volúmenes de producción y el consumo de los bienes agropecuarios generados actualmente en el área por beneficiar, y de los que posteriormente pueden producirse con el proyecto.
- Evolución histórica, variaciones estacionales y situación actual de los precios de los productos agropecuarios, en sus diferentes calidades y variedades, en los distintos mercados para estos productos, en el contexto del productor, el intermediario veredal, el centro de acopio, las plazas y las ferias, los supermercados principales, la agroindustria, los exportadores, etc., para un periodo mínimo de cinco años.
- Características de los posibles mercados minimizando el riesgo inherente a los precios de la producción agropecuaria.
- Sistemas de venta y pago de los productos y márgenes de comercialización en los principales canales y eslabones de las cadenas para su comercialización.
- Políticas sobre el desarrollo del sector agropecuario y posibilidades de importación y exportación de productos agropecuarios dentro del marco de mercados regionales, nacionales e internacionales; es importante contemplar la posibilidad de hacer un proceso de transformación y explorar las posibilidades de agroindustria.
- Políticas sobre el desarrollo del sector agropecuario y posibilidades de importación, producción y comercialización local, regional y nacional de insumos agropecuarios.
- Influencia y capacidad de negociación personal y de las asociaciones gremiales en los mercados.
- Servicios complementarios y formación en habilidades de negociación.



2.3.1.2 Análisis de la producción

Deberán analizarse, dentro de esta actividad, las características y el comportamiento de la oferta local, regional y nacional del tipo de productos agropecuarios actualmente generados en el área del proyecto (área por beneficiar), así como de los productos que potencialmente se obtendrían con la implementación del proyecto, para un periodo mínimo de cinco años, dependiendo de la información disponible.

La información recopilada deberá ser analizada y procesada para determinar las magnitudes, las tendencias y las estacionalidades previsibles de los volúmenes de la oferta para cada una de las principales variedades y calidades de productos agropecuarios por obtener, la incidencia que pueda tener en la oferta futura local, regional o nacional y el volumen de producción esperado con el proyecto.

2.3.1.3 Análisis del consumo o de la demanda

Esta actividad tendrá como propósito establecer las características de la demanda para las diferentes variedades y calidades específicas de los productos generados actualmente en la zona del proyecto, y de los que potencialmente se generarían en el distrito. Se deberán establecer las cantidades, las variedades y las calidades que para cada sitio o cada mercado específico —para cada comprador— se demandan actualmente, y su proyección hacia el futuro, tomando en cuenta las preferencias de los eventuales consumidores por variedades y calidades específicas de los productos, la sustitución de unos productos por otros, o la oportunidad o la estacionalidad de su demanda, para un periodo mínimo de cinco años, dependiendo de la información disponible.

En cuanto a este ítem, deberán estudiarse en detalle otros aspectos que puedan incidir en el incremento o la disminución del consumo de los productos, tales como la sustitución de importaciones o las perspectivas de exportación.

2.3.1.4 Análisis de los precios

Deberá realizarse un estudio de la evolución histórica de los precios de los productos agropecuarios actuales y potenciales identificando y analizando los posibles ciclos y las estacionalidades de los precios en valores corrientes y reales, según variedades y calidades, tanto al productor como a otros integrantes de la cadena de comercialización (mayoristas, intermediarios, agroindustria, exportadores). Lo anterior se lleva a cabo considerando los precios internacionales, si estos últimos



tienen lugar, por considerarse que el producto puede contar con un mercado externo para un periodo mínimo de cinco años, dependiendo de la información disponible.

Se deberá identificar el comportamiento de las variables que intervienen en el precio y rigen el mercado, así como la influencia que las políticas gubernamentales puedan tener sobre la importación de productos similares o sustitutos.

Los precios agropecuarios deben ser valorados para situaciones normales de la economía, evitando situaciones de inflexión de los ciclos económicos. Los precios asignados a cada producto se establecerán en una fecha común, acordada de tal manera.

2.3.1.5 Análisis de la comercialización

Se requiere identificar la región dentro de la que se adelanta actualmente la comercialización de la producción de los insumos agropecuarios y los mercados que se atenderán con la producción del distrito, según los productos potencialmente generados por el proyecto. Dentro de estas zonas, deberá investigarse sobre los canales de comercialización, los intermediarios, los márgenes de comercialización, la localización y la capacidad de los centros de acopio y distribución de los productos, las agroindustrias y la infraestructura de transporte de carga general y especializada; además, se requiere identificar las limitaciones actuales en la comercialización de productos e insumos agropecuarios y proponer soluciones a estas limitaciones, para lograr la comercialización de la producción esperada con el proyecto.

Entre otras, se requiere identificar y proponer soluciones específicas a las limitantes de capacidad de almacenamiento, secado, refrigeración, procesamiento, clasificación y empaque (centrales de beneficio), agroindustria y transporte. El consultor deberá analizar, sustentar y proponer actividades de selección, clasificación y empaque de los productos del proyecto y los requerimientos de inversión para apoyo a la comercialización y a la agroindustria.

2.3.1.6 Recomendaciones sobre el mercadeo

Con base en el resultado de los análisis descritos, deberán recomendarse las cantidades, las variedades, las características de los productos, su presentación (calidad, precios, empaque, selección y clasificación, etc.), los compradores y su ubicación, y la frecuencia de compra (épocas o periodicidad).



Como resultado de esta actividad, deberá presentarse un informe sobre los estudios realizados que incluyan la información considerada, los análisis efectuados, su sustento, los resultados obtenidos y las recomendaciones pertinentes.

2.3.2 Plan agropecuario

Con base en la evaluación de los recursos físicos y humanos tales como el clima, los suelos, la adaptabilidad de los cultivos, las variedades, la experiencia de los agricultores, los servicios de apoyo a la producción, las rotaciones, los rendimientos, los créditos, los insumos, las recomendaciones del estudio mercadeo y comercialización, la mano de obra disponible, la agroindustria, la maquinaria, la rentabilidad y los beneficios para los agricultores, entre otros aspectos, se estudiarán las alternativas de desarrollo agrícola y pecuario, de cuya evaluación se obtendrá un plan de explotación tecnificada, con una realización factible a mediano plazo y que modifique los factores que están limitando el desarrollo agropecuario actual de la zona.

El plan deberá buscar el incremento de la producción, la productividad y la eficiente utilización de la tierra y el agua para riego, contemplando la posible diversificación de cultivos, y deberá estar respaldado por componentes de apoyo que aseguren su viabilidad, su sostenibilidad y su aplicación. Por lo tanto, el plan deberá sustentarse en los resultados y las recomendaciones de estudios sobre mercadeo, comercialización y ambientales, y previendo el establecimiento de servicios de apoyo a la producción agropecuaria, tales como acceso a crédito adecuado y oportuno, maquinaria agrícola, provisión de semillas e insumos, acompañamiento integral, procesos de capacitación en organización e innovación tecnológica.

Antes de adoptar un plan agropecuario para el distrito, este será consultado con los representantes de los productores, a fin de asegurar que dicho plan refleje la voluntad agregada de los beneficiarios de las tierras que se beneficiarán y los aportes técnicos del especialista que lo formula, tomando en cuenta las restricciones a la producción y a la comercialización —que no serán directamente resueltas por el distrito—, el perfil empresarial de los beneficiarios (su actitud hacia el cambio), el riesgo y el potencial de mejoramiento en la explotación de la tierra, resultante de las obras de adecuación y sus componentes de apoyo a la producción.

El plan agropecuario básico, al que se refieren los párrafos anteriores, será el empleado en la evaluación económica y financiera del proyecto, la cual define la viabilidad del proyecto y, por tanto, la recomendación o no de continuar con los diseños detallados.

Por lo anterior, si se considera pertinente, debido a las características del proyecto, podrá prepararse un plan agropecuario alterno u optimista, que, sin dejar de ser realista, tenga menos probabilidades de cumplirse en la práctica, por requerir condiciones favorables en algunos aspectos críticos —mercados, precios, procesamiento agroindustrial, crédito, reducción de la inseguridad, actitud empresarial de los productores y otros semejantes—. Este plan agropecuario alterno podrá utilizarse para ilustrar el potencial del proyecto bajo otro escenario más exigente y para destacar ventajas estratégicas y comparativas, si las hay, en cuanto a localización para exportación o con respecto a mercados internos, agroindustrias y otros aspectos relevantes.

El plan agropecuario debe considerar los aspectos expuestos a continuación.

2.3.2.1 Componentes de apoyo

Tomando en cuenta las actitudes y las preferencias de los beneficiarios de los predios y los aportes del especialista que lo formula, el plan agropecuario deberá buscar el incremento de la producción y la productividad, la sostenibilidad económica y ambiental de las explotaciones, el mejoramiento de los ingresos de los productores y de la utilización de la tierra y la optimización del uso del agua para riego, contemplando la posible diversificación de cultivos, que refleje un aprovechamiento de la tierra con actividades agropecuarias practicadas en el área del proyecto o en su zona de influencia.

El plan deberá ser respaldado por componentes de apoyo que aseguren su viabilidad y aplicación; por lo tanto, se debe sustentar en estudios sobre mercadeo y comercialización, y debe preverse el establecimiento de servicios para la producción agropecuaria, tales como crédito adecuado y oportuno, maquinaria agrícola, provisión de semillas e insumos, asistencia técnica, acompañamiento, programas de capacitación, investigación, validación y transferencia de tecnología.

2.3.2.2 Componentes del plan

El plan agropecuario debe analizar y definir los siguientes componentes:

- **Selección de cultivos:**

Se requiere un enfoque realista, que haga énfasis en productos tradicionales en la zona de influencia del proyecto y reconozca las dificultades en la implantación de nuevos productos, así como la necesidad de que los productores mejoren su nivel de

ingresos y sus condiciones de vida mediante el desarrollo de explotaciones rentables, económicas y ambientalmente sostenibles, recomendadas por el especialista que formula el plan.

Los costos de asistencia técnica, de transferencia de tecnología y, en general, los de los servicios de apoyo a la producción deben expresarse en pesos corrientes de mercado, para la fecha común de análisis, a fin de que los resultados obtenidos puedan compararse adecuadamente. Además, se deben indicar los requerimientos de inversión para apoyo al desarrollo de las explotaciones agropecuarias propuestas.



- **Fincas tipo:**

Con base en las características agrológicas y climáticas, así como en los aspectos de producción, rentabilidad de los cultivos y explotaciones pecuarias, los resultados y las recomendaciones del estudio de mercadeo y comercialización, la distribución predial según tamaño y el uso actual del suelo, el consultor deberá plantear los modelos de fincas representativos, con el fin de determinar posteriormente, por agrupación, el plan de desarrollo agropecuario propuesto para el distrito y la zonificación por cultivos y por ganadería, para las diferentes alternativas o las etapas propuestas.

Se requiere presentar, a nivel de cada finca tipo, la utilización del área por semestre y por año.

Las fincas tipo servirán de base para el análisis financiero, que definirá la rentabilidad del proyecto a nivel de productor y su capacidad de pago, o capacidad financiera. Por lo tanto, en la selección de las fincas tipo se requiere tener en cuenta, como principales factores: el tamaño total del predio (ha); sus características topográficas y agrológicas; el tipo de adecuación predial previsto, incluyendo la forma de aplicación del riego (en proyectos de riego); los usos del suelo proyectados y su programa de desarrollo; la utilización de áreas por semestre, y las características socioeconómicas por beneficiario: particularmente, en relación con su actitud hacia el proyecto, el uso de recursos propios y su capacidad financiera y empresarial. El número de fincas tipo depende por entero de la complejidad del proyecto, ya que el objetivo es tener una indicación del efecto del proyecto sobre las fincas, o alguna clase de muestra aleatoria rigurosamente formulada. Para esta actividad se requiere un buen conocimiento de la situación agropecuaria actual y una caracterización detallada de los diferentes tipos de productores.

- **Patrones de cultivo:**

Se detallarán los patrones de los cultivos seleccionados para el plan agropecuario, incluyendo pastos para ganadería, si es el caso, y los patrones de los tipos de explotaciones pecuarias en la situación actual y con el distrito.

Los patrones tecnológicos y de costos de producción deben incluir costos desagregados de mano de obra calificada y no calificada (familiar y asalariada), maquinaria agrícola (propia y alquilada), insumos (propios y comprados), transporte (propio y alquilado), asistencia técnica, intereses, parafiscales, cuotas de fomento, administración (propia y pagada), imprevistos, cuotas de reposición de inversiones y de reemplazo de equipos, y cuotas del distrito de adecuación de tierras. Se requiere



establecer los costos de producción por ha/año, e indicar, igualmente, los insumos (propios y comprados), los intereses o los costos del capital, el valor de arriendo (\$/ha/cosecha) y otros rendimientos (t/ha/ cosecha o t/ha/año) y precios (\$/t), según las calidades de los productos, en el ámbito de finca o del productor, e ingresos (\$/ha/cosecha o \$/ha/año), según el tipo de explotación.

Los patrones de cultivos y de ganadería deberán basarse en información de campo específica para el área de estudio, obtenida de fuentes primarias; el nivel de imprevistos de dichos patrones no podrá exceder el 15 %. Los costos incluidos en los patrones deben corresponder a la fecha común de análisis, para que los resultados obtenidos puedan compararse adecuadamente. Los precios agropecuarios deben ser valorados para situaciones normales de la economía y evitar situaciones de inflexión de los ciclos económicos, en valores corrientes a precios de mercado en el ámbito de finca o del productor.

- **Rendimientos**

Para cada cultivo y tipo de explotación pecuaria seleccionados, se realizarán estimaciones de los rendimientos esperados, según calidades, por ha/cosecha o por ha/año, y de su evolución en el tiempo, hasta llegar a la plena producción.

Las estimaciones de los rendimientos esperados y de su evolución en el tiempo estarán acordes con las calidades de los productos y deben estar plenamente soportadas y justificadas con datos de rendimientos reales en explotaciones comerciales, preferiblemente en la zona de influencia del proyecto. Si el plan agropecuario incluye productos que no son tradicionales en dicha zona, los rendimientos se estimarán con información de otras zonas semejantes con los ajustes que sean del caso, según criterio del especialista.

La evolución en el tiempo de los rendimientos esperados deberá tomar en cuenta las dificultades de los agricultores en la asimilación y aplicación de nuevas tecnologías y los requerimientos de asistencia técnica. Los rendimientos de los cultivos y de las explotaciones pecuarias y su evolución en el tiempo tienen relación directa con los ingresos de la finca, por lo que una sobrevaloración o subvaloración de estos parámetros distorsiona la evaluación económica y financiera del proyecto en forma global y a nivel de finca.

- **Áreas por cultivo:**

Con base en los análisis de las fincas tipo, se determinarán la superficie y la zonificación del área por regar según cultivos y según los esquemas de cultivos en el ámbito de proyecto para la alternativa seleccionada. Se estimará la utilización del

área por cultivo y pastos en cada semestre del año que sea técnica y económicamente sostenible. De acuerdo con la metodología descrita, las áreas por cultivo y por pastos para cada semestre en el ámbito de proyecto se derivan de las proyecciones respectivas en cada una de las fincas tipo.

- **Entrada de áreas:**

Para la alternativa seleccionada, y en coordinación con el plan de ingeniería, se estimarán las áreas adecuadas que ingresarán anualmente a la producción bajo la condición con proyecto, y estimando para cada año los rendimientos incrementales esperados y los costos requeridos hasta alcanzar el pleno desarrollo o la plena producción.

El análisis estará basado en las fincas tipo y en una consulta detallada con los productores. Dicha consulta deberá programarse a fin de que los resultados sean confiables, con variaciones que no excedan el 15%. Se deberán examinar y tener en cuenta los resultados de los análisis financieros de las fincas tipo, las disponibilidades y las posibilidades reales de acceso al crédito y a la maquinaria de la región, y todos los aspectos restantes que tengan incidencia en las decisiones de los productores al respecto.

- **Desarrollo del hato: patrones pecuarios**

En las explotaciones propuestas para ganadería en la alternativa seleccionada del plan agropecuario se indicarán tanto los rendimientos esperados en el tiempo (rendimientos incrementales) como los costos requeridos para llegar a la etapa de pleno desarrollo. Se proyectará cada uno de los coeficientes técnicos ganaderos de acuerdo con las metas del plan.

Se analizarán los siguientes aspectos:

- Coeficientes zotécnicos y composición del hato patrón.
- Capacidad de carga de los pastos en UGG/ha y población ganadera.
- Áreas, clases de pastos y forrajes, y rotaciones.
- Tipos de ganado, razas y cruces.
- Producción de leche y de carne.
- Inversión ganadera en instalaciones, maquinaria, equipos, praderas y forrajes, silos, animales, cercas y otros.



Para obtener los patrones de ingresos y egresos por hectárea ganadera, se utilizarán uno o varios hatos patrón que sinteticen los diversos tipos de explotaciones ganaderas representativas y presentes en el área, y su evolución, para alcanzar las metas del plan.

Con base en la composición de estos hatos patrón, en la capacidad de carga de los pastos correspondiente, en la evolución de los índices zootécnicos y de los niveles de producción, la utilización de insumos, la mano de obra y las prácticas ganaderas, se determinará el valor de la producción y sus costos para el hato patrón, y a través de este, sus valores por hectárea.

- **Volúmenes y valor de la producción agropecuaria:**

Con base en las actividades descritas, se calcularán los volúmenes y el valor de producción anual para la fase de pleno desarrollo del proyecto y para las fases intermedias, según los rendimientos proyectados y el tipo de explotación y la intensidad de uso de la tierra acorde con la programación semestral. En las áreas de suelos con limitaciones, se adelantará un análisis especial para determinar la conveniencia económica de su recuperación.

- **Demanda de mano de obra:**

Para la alternativa seleccionada del plan agropecuario, se determinarán los requerimientos de la mano de obra mensual y anual clasificándola de acuerdo con su nivel de capacitación (calificada y no calificada, familiar y asalariada). Los requerimientos de mano de obra se compararán con la oferta de mano de obra en la zona de influencia del proyecto, y se derivarán conclusiones al respecto; particularmente, en cuanto a acciones que deban tomarse a fin de garantizar la disponibilidad de mano de obra para el proyecto en sus diversas etapas de desarrollo y para estructurar los programas de capacitación requeridos, si es el caso.

- **Demanda de maquinaria agrícola:**

Para la alternativa seleccionada del plan agropecuario, se determinarán los requerimientos, según el tipo de maquinaria y la fase de desarrollo de los cultivos, de la maquinaria agrícola requerida mensual y anualmente.

Los requerimientos de maquinaria agrícola se compararán con la oferta de maquinaria agrícola en la zona de influencia del proyecto, y se derivarán conclusiones al respecto, en cuanto a la dotación de maquinaria agrícola para las fincas o en mecanismos para lograr el mismo propósito.



• Análisis y selección de alternativas del plan agropecuario

Las alternativas se plantearán con base en los resultados y las recomendaciones del estudio de mercadeo y comercialización, la definición y la valoración de los recursos bióticos afectados (tanto en la zona del proyecto como en el área de influencia de este), la evaluación de los recursos físicos y humanos como el clima, los suelos, la disponibilidad de agua, la adaptabilidad de los cultivos, las variedades, la experiencia de los agricultores y su actitud hacia el cambio, los servicios de apoyo a la producción, las rotaciones, los rendimientos, los créditos, los consumos, los mercados, la mano de obra, la necesidad y la disponibilidad de maquinaria, la rentabilidad, los beneficios y los ingresos para los agricultores.

Debe considerarse la necesidad de seleccionar diferentes alternativas del plan agropecuario, según el tamaño de los predios (pequeños, medianos y grandes) por regar y el criterio del especialista que lo formula.

2.3.3 Demandas de agua para riego y requerimientos de drenaje

Con base en los periodos de siembra, el ciclo vegetativo, las condiciones agrológicas y climáticas y otros factores pertinentes, se calcularán el uso consuntivo y el balance hídrico, que permitirán determinar las demandas decadales, mensuales y anuales de riego para todo el distrito, teniendo en cuenta las eficiencias de aplicación, conducción y distribución de agua.

Con base en la evapotranspiración potencial mensual, debe calcularse la decadal. A partir de la precipitación total anual y de la precipitación media decadal, con base en el procedimiento establecido en el numeral 2.1.9, debe calcularse el valor de la precipitación con probabilidad de excedencia del 75 % a nivel decadal y, con este valor, a su vez, calcularse la precipitación efectiva, con la metodología que se considere.

A partir de la evapotranspiración potencial y la precipitación efectiva, debe calcularse el balance hídrico, para determinar la demanda del cultivo, y el cual debe ser diligenciado para cada uno de los cultivos propuestos en el proyecto.

En lo que respecta a la evacuación oportuna de los excedentes de agua en los terrenos, con base en el análisis de lluvias máximas, y de acuerdo con las condiciones permisibles de tiempos de inundación para los diferentes cultivos programados, la posición de estratos impermeables, la conductividad hidráulica y las variaciones de los niveles freáticos, se determinarán los respectivos módulos de drenaje de



escorrentía de áreas superficiales en diferentes sectores del proyecto, los cuales servirán de base para calcular la capacidad del sistema de drenaje.

2.3.4 Plan de ingeniería

De acuerdo con los resultados de los estudios básicos, el diagnóstico, la infraestructura existente, el drenaje y las vías, y coordinadamente con el plan agropecuario que se proponga, debe formularse el plan de ingeniería correspondiente, para lo cual se plantearán, se analizarán y se evaluarán las diferentes alternativas para cada uno de los elementos del plan; a saber: el sistema de suministro de agua —donde se deberá tener en cuenta el sistema óptimo—; los sistemas de conducción, distribución y aplicación de riego, y el sistema de drenaje, protección contra inundaciones, protección de márgenes y vías, entre otros, seleccionando la mejor alternativa técnica que sea económicamente factible.

Para las obras principales propuestas se deben realizar los levantamientos topográficos y estudios especiales de hidrología, sedimentología, freaticimetría, geología, geomorfología y geotecnia (mecánica de suelos y fuentes de materiales), indicando la ubicación de dichas obras y las posibles condiciones especiales que se presenten, así como efectuar los prediseños, estimativos de cantidades de obras, costos unitarios y costos totales de obra, incluyendo costos de diseños, de interventoría, de construcción, de suministro y de instalación de equipos, y el cronograma de ejecución.

Para las obras de adecuación a nivel predial se contará con diseños detallados en una muestra del 5 % del área total por adecuar o para el 5 % del número de predios; la que sea mayor y cubra la totalidad de las unidades de suelos identificadas en el estudio agrológico, lo cual permitirá extrapolar a la totalidad del área de estudio los costos por unidad de área.

En la concepción del plan de ingeniería deberá prestarse especial atención a la sectorización del área de estudio en unidades de riego o de drenaje y protección contra inundaciones, para permitir la ejecución de análisis de rentabilidad incremental en cada sector, a fin de evitar la inclusión en el proyecto de unidades no rentables y facilitar el análisis del tamaño de este. Adicionalmente, se debe tener en cuenta el suministro de agua para consumo humano en el dimensionamiento de las obras.

Los prediseños de las obras deberán presentarse en planos a escalas adecuadas, que incluyan una planta general dibujada sobre la topografía, plantas, vistas y cortes principales que permitan definir de forma clara las características principales de cada

estructura principal o de estructuras típicas. En este último caso se presentará un cuadro resumen con la ubicación y los atributos de cada estructura.

Se definirán los límites del proyecto de acuerdo con los siguientes criterios:

- Excluir las áreas o los sectores donde los costos de adecuación sean excesivos o los beneficios potenciales estén restringidos por limitaciones locales; o sea, áreas cuya inclusión en el proyecto tenga una rentabilidad marginal negativa.
- Incluir las áreas adicionales con costos de adecuación marginales; o sea, áreas cuya inclusión en el proyecto mejore su rentabilidad global debido a economías de escala o a otros factores.
- Ajustar el tamaño del proyecto tomando en cuenta la disponibilidad de agua (en proyectos de riego) para lograr una confiabilidad adecuada del suministro, en términos de la probabilidad de una falla de este.
- Excluir las zonas identificadas como de exclusión y protección ambiental en los POT municipales y las áreas urbanas e institucionales.

Deberá revisarse y optimizarse el programa de desarrollo por etapas del proyecto, para reducir al mínimo posible el lucro cesante de obras de infraestructura construidas, pero no plenamente aprovechadas para el desarrollo agrícola. Es importante contar con la flexibilidad suficiente a fin de acoplar el desarrollo de obras de infraestructura con el ritmo de desarrollo agrícola, y permitir un desarrollo gradual del proyecto dando prioridad a las etapas más sencillas y acometiendo las más complejas, cuando el desarrollo agrícola así lo demande. La sectorización del proyecto contribuye también a la organización para la operación y la conservación del sistema.

El periodo de retorno para el cual deberán prediseñarse las obras de suministro de agua para riego, drenaje y protección contra inundaciones se establecerá en cada caso, mediante un análisis técnico-económico que valore los costos que implicaría una falla del sistema, en comparación con las inversiones incrementales requeridas para evitarla. Se recomienda la técnica de simulación para estimar las probabilidades de los eventos hidrológicos.

Dependiendo de la magnitud y del tipo de proyecto, el plan propuesto debe contemplar, cuando apliquen, los siguientes aspectos:

- **Suministro de agua:**

Estas obras pueden incluir embalses de regulación, bocatomas, estaciones de



bombeo, aprovechamiento de acuíferos subterráneos, desarenadores, túneles y otras estructuras complementarias.

Para el prediseño de todas estas obras se requerirán levantamientos topográficos detallados, levantamientos geológicos detallados o semidetallados, localización de las obras en el terreno, y estudios geotécnicos, que incluyen: perforaciones para las obras de importancia, estudios de sedimentología, socavación, prediseño estructural y preparación de planos.

- **Bocatomas:**

En el caso de las bocatomas y otros sistemas de captación, se fijará el tipo de captación más apropiado y se analizarán las condiciones geológicas, geomorfológicas, geotécnicas, hidráulicas, sedimentológicas, etc., en cada sitio de emplazamiento que se requiera para la preparación de los prediseños, los cuales incluirán todos sus elementos como obras de encauzamiento, de toma, presas, canales de limpia, túneles, exclusión de sedimentos, vertederos de excesos, compuertas, protecciones, etc.



- **Estaciones de bombeo:**

Se dimensionarán y se prediseñarán, incluyendo obras civiles, equipos e instalaciones electromecánicas, sistemas de suministro de energía y obras complementarias de estabilización, protección, control de sedimentos y otras que resulten necesarias, como el canal de aducción. Se calcularán los costos de la inversión inicial, los de operación y mantenimiento y los de reemplazo de equipos, dentro de un análisis económico integrado.

Se procederá a la selección del tipo de bombas, sistema de suministro de energía, incluyendo la definición del tipo de equipo impulsador de las bombas (motor eléctrico, diésel, gas u otro), la transformación de tensión de energía eléctrica o el sistema de almacenamiento de combustible para la alimentación de los motores mecánicos, las obras complementarias de estabilización, protección, control de sedimentos y otras que resulten necesarias, tales como casetas o edificaciones para la protección, la operación y el mantenimiento de las bombas y de sus sistemas complementarios; tableros de control local y remoto, además de facilidades para el montaje y desmontaje de las bombas, para atender el mantenimiento (puente grúa, según el tamaño y el peso de las bombas y los de sus equipos impulsores).

En la concepción de los planos, se definirán las posibilidades de ampliación con respecto al proyecto de ejecución inicial, a fin de programar el tamaño de algunos de los equipos, según la evolución prevista del proyecto.

Se harán consultas con los fabricantes de equipos, a fin de establecer el tipo de equipos que ofrece el mercado para satisfacer las necesidades del proyecto. Se requiere estudiar alternativas y seleccionar los equipos de acuerdo con lo requerido en el prediseño y según lo ofrecido por los fabricantes.

En caso de establecerse un suministro de energía a través del sistema de interconexión nacional o de distribución de energía eléctrica local, se debe tramitar ante la empresa que atiende el servicio de energía eléctrica en la región la solicitud de factibilidad de conexión para el proyecto.

Se establecerán las capacidades, los rendimientos y las cantidades de equipos principales y complementarios, el nivel de automatismo para los controles y la filosofía de operación, para establecer la instrumentación necesaria.

A partir de los datos establecidos y de las consultas con los fabricantes, se prepararán los estimativos o los presupuestos de costos de la inversión. Se establecerán los costos de la energía requerida con base en su utilización media

prevista, el número y calificación de los operarios, la vida útil del proyecto y los costos fijos y variables de operación y mantenimiento.

La selección de los equipos y los diámetros de las impulsiones se hará con base en un análisis económico, con las inversiones iniciales en los equipos y las instalaciones y los costos de operación, dentro de los cuales puede considerarse el costo anual equivalente.

- **Desarenador:**

El prediseño de los desarenadores deberá permitir la libre circulación de los caudales requeridos reteniendo el porcentaje que corresponda de las partículas de los sedimentos o las gravas. Su operación deberá ser ágil y sencilla, y permitir, en lo posible, un lavado hidráulico; además, durante su operación deberá suministrar los caudales requeridos de forma continua, sin eliminar el riego. Por otra parte, deberá facilitar la evacuación de los caudales que en exceso puedan ingresar al sistema, sin alterar notoriamente la eficiencia en la remoción de sedimentos.

- **Embalses:**

Se deberán efectuar estudios de optimización para las características principales del proyecto que sean acordes a la mejor práctica profesional. Se optimizarán la capacidad y las dimensiones del vertedero, las cotas de cresta de la presa y la desviación del río, entre las más importantes, de tal manera que permitan el mejor dimensionamiento de estructuras y equipos principales.

Los detalles para representar adecuadamente las soluciones conceptuales establecidas deben ser los necesarios para posibilitar, con la debida precisión, las diferentes evaluaciones de costos, presupuestos y cantidades de obra. No es necesario llegar a detalles que serán requeridos solo para el nivel de licitación; menos aún, para construcción, como tampoco, a especificaciones para estos ítems.

Las obras civiles complementarias deberán predimensionarse a un grado que permita la evaluación de sus costos. El objetivo principal en la factibilidad debe ser la preparación, con una buena aproximación, del presupuesto y de los cronogramas constructivo y financiero del proyecto.

Deberá darse especial atención a los aspectos constructivos del proyecto; el esquema general y todas las características principales deberán ser examinados cuidadosamente bajo este aspecto.

Las etapas de desviación del río y los métodos y los programas constructivos son un factor dominante en la concepción general de un proyecto. La evaluación del esquema más adecuado debe considerar como criterio importante el tiempo de construcción.

Los estudios respectivos deberán incluir un plan de disposición general de las instalaciones y del campamento de construcción, incluyendo vías internas y de acceso a los frentes previstos de obra, los cuales deben ser incluidos en la elaboración del presupuesto.

Respecto a los equipos electromecánicos del proyecto, es necesario preparar una ficha técnica completa que defina las características de los equipos, tales como: tipo, cantidad, capacidad, peso, dimensiones principales y parámetros operativos (caudales, presiones, eficiencias promedio, etc.). Asimismo, deberán asociarse a cada equipo unos costos FOB y plazos para fabricación, transporte y montaje. Los costos deberán surgir de consultas a fabricantes o de costos aplicables de proyectos similares.

En cuanto a infraestructura, los estudios correspondientes deben incluir planes de sustitución de la infraestructura vial y de servicios que se verán afectados, vías de acceso al proyecto, energía para la construcción, comunicaciones básicas durante la construcción y líneas de transmisión de energía necesarias para la ejecución de las obras.

En esta etapa de los estudios, se incluirá la evaluación de las facilidades o las medidas generales y de detalle necesarias para el transporte de los equipos principales del proyecto hasta el sitio de las obras, tomando en cuenta tamaños, pesos y medidas determinantes, definidos durante el prediseño de los equipos.

- **Sistema de conducción y distribución:**

Se dimensionarán y se prediseñarán las obras para las alternativas seleccionadas, y se las detallará, a fin de completar el análisis comparativo. La alternativa seleccionada será detallada con el objetivo de alcanzar el nivel de precisión requerido, en el cual los imprevistos físicos no deberán exceder el 15%. Todas las obras deberán ser localizadas en el terreno y los planos se basarán en información topográfica derivada de los trabajos de campo. El sistema de conducción y distribución incluirá los siguientes elementos:



o Canales y ductos de conducción:

Se prepararán los prediseños para los distintos alineamientos con base en los perfiles cartográficos, indicando los predimensionamientos y las cantidades, de tal manera que pueda realizarse el análisis comparativo de alternativas.

Utilizando la cartografía y las fotos aéreas disponibles, en el terreno se ubicarán sitios donde deberán hacerse investigaciones geotécnicas (representativos del eje y en la intersección de estructuras especiales). Con estos resultados y con los levantamientos topográficos, se prepararán los prediseños, se establecerán la capacidad, el gradiente hidráulico, las secciones transversales, los perfiles longitudinales y los revestimientos, etc., y se elaborarán los planos generales de planta y de perfil a escalas adecuadas, junto con las estructuras complementarias requeridas, como aliviaderos, controles, caídas, sifones, puente canales, etc.

Con base en los resultados anteriores, se prepararán los prediseños y se establecerán la capacidad, el gradiente hidráulico, las secciones transversales, el perfil longitudinal, la necesidad de revestimiento y otros aspectos pertinentes. Se elaborarán planos generales de planta y perfil a escala 1:2.000 o 1:1.000, y secciones especiales y típicas, a escala 1:200 o 1:100.

En caso de que la conducción incluya túneles, su prediseño se basará en un levantamiento geológico de la franja de interés, complementado con un programa de perforaciones y ensayos geofísicos. Se harán levantamientos topográficos de los portales para preparar los correspondientes prediseños, se establecerá la condición mecánica de la roca o de la formación, se clasificará el material llenante de las fisuras y se establecerá la afinidad de la roca con los tipos de revestimiento que puedan contemplarse. Las investigaciones geotécnicas apoyarán la determinación de características geológicas (familias de diaclasas, familias de fracturas, estructuras geológicas, litología y mineralogía, etc.) y la selección de los métodos constructivos más aplicables.

En el caso de estructuras complementarias, tales como aliviaderos, estructuras de control, caídas, sifones, puente-canales, pasos elevados y otras semejantes, las investigaciones geotécnicas se orientarán a establecer la capacidad portante del piso de fundación, las condiciones de estabilidad de las obras, los peligros de erosión y el grado de homogeneidad del subsuelo. A tal efecto, se investigarán la secuencia estratigráfica, las características geomecánicas (fricción interna, cohesión, compresibilidad y estabilidad volumétrica), el grado de homogeneidad de los factores anteriores en el área y la presencia de los procesos erosivos.

En caso de ductos, se deben tener en cuenta como estructura complementaria las cámaras de quiebre, los pasos elevados y los pasos bajo vía o bajo quebrada, los canales, etc.

o Red secundaria o de distribución de agua:

El planteamiento de la red de distribución de agua se ejecutará mediante un análisis técnico-económico de alternativas, con base en criterios topográficos, catastrales, geotécnicos, hidráulicos y económicos, buscando dominar adecuadamente los distintos sectores o unidades de riego, e integrarse debidamente con los sistemas terciario y predial.

Los alineamientos de los esquemas alternativos se plantearán sobre la cartografía a escala 1:10.000, con curvas de nivel a intervalos no superiores a 1,0 m. Con base en los perfiles obtenidos a partir de dicha cartografía, se prepararán predimensionamientos y estimativos de costos que servirán de base para el análisis comparativo. Para una mayor precisión, se hará el levantamiento topográfico 1:5.000 para uno o dos canales representativos de la red, en los cuales se hará un prediseño más elaborado que sirva de referencia.

Se prepararán prediseños típicos de las estructuras complementarias requeridas, tales como controles, partidores, tomas, estructuras de entrega y otras que podrían resultar necesarias. Para una mejor aproximación, se hará el levantamiento topográfico de por lo menos uno o dos canales representativos efectuándoles el correspondiente prediseño.

o Red terciaria de riego:

Con el objetivo de entregar el agua a cada predio incluido en la zona de riego en el punto más conveniente que sea posible, el planteamiento general de la red terciaria de canales de riego o tuberías se hará sobre los planos obtenidos por el diseño a nivel predial, y sus cantidades se extrapolarán a toda la red terciaria.

El planeamiento se orientará con base en criterios topográficos, catastrales, económicos y operativos. De los planos cartográficos mencionados se obtendrá el perfil de los canales y se preparará el prediseño típico correspondiente para extrapolarlo y estimar las cantidades de obra de toda la red.



- **Sistema de drenaje:**

El objetivo es que cada predio disponga de un sistema de evacuación de las aguas de drenaje, de modo tal que resuelva los problemas de evacuación superficial de excesos de aguas lluvias y de riego, y que permita el control de los niveles freáticos, si así se requiere.

- o **Drenaje superficial:**

Se planteará y se evaluará un sistema de drenaje que sea complementario e integral con el sistema de riego, que resuelva los problemas de evacuación superficial de excesos de aguas lluvias y sobrantes de riego y que permita el control de niveles freáticos y de inundaciones, si así se requiere.

Se predimensionará un sistema de drenaje integrado al sistema de riego, que permita evacuar los excesos de agua lluvia utilizando al máximo los cauces naturales: los ríos, las quebradas y los caños que cruzan el área de estudio. Las capacidades de dichos cauces naturales serán evaluadas con base en levantamientos topográficos complementarios de las secciones transversales correspondientes y se confrontarán con la capacidad hidráulica requerida para su respectiva área aferente.

El planteamiento general de la red de drenaje se hará sobre los planos de restitución con curvas de nivel a intervalos no superiores a 1,0 m. Utilizando la cartografía y las fotografías aéreas disponibles, se ubicarán en el terreno sitios donde deberán hacerse investigaciones geotécnicas (sitios representativos del eje y en la ubicación de estructuras especiales). Con base en los resultados anteriores, se prepararán los prediseños de la red de drenaje principal y uno o dos canales a nivel secundario, para ser extrapolado al nivel de toda el área del proyecto, incluyendo las estructuras de caída, cruces, protección y entrega que se requieran.

- o **Drenaje subsuperficial:**

En caso de que se identifiquen zonas donde el ascenso de los niveles freáticos restrinja las posibilidades de explotación agropecuaria, se analizarán los registros sobre variaciones temporales de la posición del manto freático y se elaborará un modelo para simular los cambios periódicos de dichos niveles, con base en los registros históricos de periodos lluviosos, y que contemple un balance entre las cantidades de agua que entran al suelo y las pérdidas que se producen por escorrentía superficial, percolación profunda, evapotranspiración, etc.



Con base en los resultados de los análisis, complementados con el modelo, se dimensionará y se evaluará una red de drenaje subsuperficial, que normalmente se integrará con la red de drenaje superficial, para asegurar el control de niveles freáticos a determinadas profundidades que no afecten la zona radicular de los cultivos.

- **Protección contra inundaciones:**

En las corrientes y los tramos donde se haya identificado la ocurrencia de desbordamientos, mediante inspecciones previas y consulta con los ribereños, con base en el análisis de frecuencias de caudales máximos y un modelo de tránsito de crecientes, se proyectarán diques de confinamiento u otro tipo de obras de protección a lo largo de los tramos afectados para el periodo de retorno que se adopte como criterio de diseño. Se hará un programa de investigaciones geotécnicas, el cual se basará en una sectorización previa de unidades homogéneas a lo largo del trazado. La investigación incluirá las fuentes de materiales.

La exploración del subsuelo se extenderá de acuerdo con la altura y características de la sección del dique. La investigación se orientará a precisar las condiciones de estabilidad de taludes, erosionabilidad, infiltraciones, conformación de terraplenes y disponibilidad de materiales.

- **Aforo, telemetría, control y comunicaciones**

Como parte del prediseño de las obras, se deberá considerar el control efectivo sobre los caudales de funcionamiento, por lo que se deben incluir las estructuras, equipos y sistemas requeridos para el aforo y control en el sistema de riego. Se deberán incluir los aforos en los puntos estratégicos del sistema, de manera que se garantice el control efectivo sobre los caudales de operación. Deberán evaluarse las posibilidades de implementar sistemas electrónicos que permitan la integración con sistemas tipo Scada, para la telemetría, el control y el seguimiento en tiempo real, así como el almacenamiento de información histórica que permita la evaluación de parámetros de eficiencia y otros indicadores de operación.

Adicionalmente, se deben analizar las necesidades de comunicación que faciliten las labores de operación y mantenimiento y el seguimiento de la operación del sistema.

- **Carreteables y vías de acceso:**

Se efectuará un reconocimiento de la red vial existente en la zona de estudio, y



se establecerán los requerimientos de mejoramiento, complementación y ampliación de dicha red. Se establecerá la jerarquía apropiada dentro de los elementos de la red vial así conformada, y se prepararán prediseños de cada elemento de la red principal, con perfiles del terreno obtenidos de los planos de restitución. Los resultados se presentarán en planos de planta-perfil, a escala 1:10.000.

Se prepararán secciones transversales especiales y típicas a escala 1:200 para la red principal (paralela a la red principal de los sistemas de riego y drenaje), incluyendo taludes, cunetas, afirmados, filtros, etc. Asimismo, las redes secundaria y terciaria se plantearán y se evaluarán con base en módulos típicos, similares a lo estipulado para la red secundaria de riego, y se establecerán los requerimientos de rectificación, ampliación y mejoramiento de los carretables existentes que vayan a integrarse a la red propuesta, estimando las longitudes en que se requiere ampliación de la banca, construcción de afirmado, etc.

Se prepararán prediseños individuales de los puentes y los pontones principales, con información derivada de los planos de restitución, y complementada con investigaciones geotécnicas. Se elaborarán también prediseños típicos de otras obras menores como alcantarillas, cunetas, descoles y demás obras requeridas para el buen funcionamiento de la red vial.



- **Sistema a nivel predial:**

De acuerdo con los resultados de los estudios básicos, de las alternativas del plan agropecuario y del plan de ingeniería, y tomando en cuenta los estudios agrológicos y catastrales, se seleccionarán áreas típicas que incluyan varios predios representativos de la distribución predial y que representen no menos del 5% del área total por adecuar o no menos del 5% del número de predios; la que sea mayor y cubra la totalidad de las unidades de suelos identificadas en el estudio agrológico donde se harán diseños de las obras de adecuación a nivel predial, para obtener indicadores de costos de dichas obras que sean extrapolables a la totalidad del área.

La selección de las áreas deberá tomar en cuenta los rangos de tamaño de los predios, sus características topográficas, sus condiciones agrológicas y las de los sistemas de riego propuestos, con el fin de que los resultados del análisis puedan extrapolarse a la totalidad del área por adecuar.

Para las áreas seleccionadas, se prepararán los planos topográficos a escala 1:2.000, con curvas de nivel a intervalos de 0,25 m. Sobre dichos planos se elaborará el diseño de las obras de adecuación predial, incluyendo canales terciarios o interprediales, canales prediales, nivelación de tierras, tamaño y separación de canales o tuberías, alcantarillas, pontones, medidores, repartidores, caídas, sistemas de aspersión, goteo y gravedad, etc. El diseño cubrirá también los sistemas de drenaje predial.

Se calcularán las cantidades de obra en cada área típica y los correspondientes presupuestos y costos por ha. Con estas bases, se extrapolarán los resultados a toda el área por adecuar para la condición con proyecto.

- **Cantidades y costos de obras:**

Los prediseños de las obras correspondientes a la alternativa seleccionada del plan de ingeniería permitirán identificar los diferentes ítems de construcción y de suministro de equipos. Con estas bases se calcularán las respectivas cantidades de obra, incluyendo la reposición de equipos.

Se establecerán los precios unitarios de los ítems de construcción de obras y suministro e instalación de equipos, tomando en cuenta la naturaleza de las obras y las condiciones locales.

Los precios unitarios se aplicarán a las cantidades de obra correspondientes, a fin de obtener estimativos de las inversiones requeridas, agrupadas en capítulos de construcción y suministro e instalación de equipos y elementos.

Para el estimativo de los costos de las obras de adecuación predial, se extrapolarán a la totalidad del área por adecuar los costos derivados de las áreas tipo seleccionadas, mediante un sistema que tome en cuenta las características de los predios y de las obras de adecuación, y el grado de tierras existente.

Uno de los aspectos básicos del nivel de factibilidad es la confiabilidad de los estimativos de costos de las inversiones requeridas en obras y equipos. Por lo tanto, los imprevistos en las obras civiles no podrán exceder del 15% sobre el costo directo, y este porcentaje será del 10% en el caso de los equipos. La ingeniería y la administración serán calculadas como el 10% en obras civiles y el 8% en equipos, sobre el costo directo más los imprevistos. El nivel de detalle de los prediseños deberá ser compatible con el nivel de imprevistos.

- **Análisis de alternativas:**

Para los componentes que presenten más de una solución técnica posible, se debe adelantar un análisis de alternativas que considere las condiciones de cada solución y haga una comparación donde se involucren todos los aspectos técnicos, ambientales, económicos, sociales y de riesgos que permitan hacer el análisis y la selección de la alternativa más conveniente.

- **Programación del desarrollo del proyecto:**

Los objetivos que persigue la elaboración del programa de ejecución del proyecto en la etapa de factibilidad son la definición, con un alto grado de confiabilidad, y la duración de los periodos de ejecución parciales y totales del proyecto, para que, tomando en cuenta los periodos de diseño y contratación de las diferentes obras, se pueda estimar un plazo para la entrada en operación de cada etapa de desarrollo.

Para la programación de las obras de ingeniería de la alternativa más conveniente, se empleará el método de la ruta crítica, o CPM. Se tendrán en cuenta, entre otros factores, el tamaño y la complejidad del proyecto, el monto de las inversiones, la conveniencia de realizar las obras por módulos que permitan su pronto aprovechamiento, el ritmo de incorporación de zonas a la producción previsto en el plan agropecuario adoptado—y el cual estará relacionado con la disponibilidad de las obras de adecuación de tierras a nivel predial— y la capacidad operativa y de contratación del organismo ejecutor.

Los prediseños de las obras deberán presentarse en planos que incluyan:

- o Localización general del proyecto, a escala 1:10.000, en la que figuren los componentes de las obras de dicho proyecto.
- o Planta y perfil, que permitan apreciar de forma clara las características de los sistemas de captación, conducción y distribución de riego, de evacuación de excedentes de agua y de protección contra inundaciones, a escala 1:1.000 o 1:2.000, y en las que aparezcan las franjas de terreno cuyo levantamiento topográfico fue efectuado. En ellos se representarán las curvas de nivel; además, se incluirán secciones transversales de las obras lineales, a escala 1:200.
- o Planos de dimensiones de estructuras típicas a escala 1:100 o 1:200, con sus respectivos cortes y vistas, más un cuadro resumen con la ubicación y las características de cada estructura tipo complementaria.

2.3.5 Plan de organización y capacitación de los usuarios

Una vez establecida la factibilidad técnica, económica y social del proyecto de ADT, y con base en el listado general de los beneficiarios del proyecto, debe comenzar a adelantarse la gestión para crear la asociación de usuarios de dicho proyecto, la cual debe tener una amplia promoción y una amplia divulgación, junto con el diseño y la aplicación de estrategias participativas, para lo cual se debe cumplir con la normatividad vigente del subsector ADT.

Para el caso de las comunidades étnicas, se requiere cumplir con la normatividad vigente que los protege. Asimismo, iniciar el trámite de la personería jurídica de la organización de usuarios del proyecto ante el organismo o la entidad a cargo de otorgarla, según la normatividad.

Por otra parte, se debe conformar una mesa de trabajo interinstitucional del orden municipal o regional, y elaborarse un plan para desarrollar en los siguientes pasos para la ejecución del proyecto, de modo que contribuya a mejorar las condiciones de vida de los beneficiarios del proyecto. Por otra parte, es necesario establecer las estrategias de participación para el cumplimiento del plan de servicios complementarios y de capacitación, según la competencia de cada institución.

Se debe establecer un plan de gestión social, con la participación de la asociación, para mejorar la calidad de vida de los usuarios que la conforman.

2.3.6 Plan de organización del proyecto

Tomando en cuenta las alternativas seleccionadas para la evaluación de los planes de ingeniería y agropecuario, se plantearán y se diseñarán las correspondientes

alternativas del plan de organización, respecto a lo siguiente:

- **Organización general:**

Con base en las características del organismo ejecutor y de la organización de usuarios, se hará un análisis detallado de las necesidades organizativas desde los puntos de vista técnico, administrativo, financiero y comercial, y se propondrá la estructura orgánica respectiva.

En caso de que la organización de usuarios opere el proyecto, deberán indicarse las principales funciones de cada dependencia, tanto para la administración, la operación, el mantenimiento y el manejo integral del proyecto como para la coordinación y la dirección general.

Asimismo, se harán recomendaciones para determinar el marco reglamentario y las normas para el funcionamiento y el mantenimiento de la maquinaria y de los equipos propuestos.

- **Organización para la ejecución de las obras:**

Se precisarán los mecanismos para la realización de los diseños detallados de las obras, incluyendo las de adecuación a nivel predial, y para su construcción, de acuerdo con las etapas de desarrollo previstas. Se preparará un cronograma detallado que incluya todas las actividades requeridas.

- **Organización y costos para la administración, operación, mantenimiento y manejo integral del proyecto:**

Se detallará la organización prevista para la administración, la operación y el mantenimiento de las obras y los equipos del proyecto, con el fin de determinar su viabilidad y estimar sus costos anuales durante la vida de dicho proyecto.

Con base en los planes agropecuario y de ingeniería, y de acuerdo con el funcionamiento previsto para las diferentes obras e instalaciones, se establecerán los requerimientos de operación en términos de personal, insumos, equipos, energía, combustibles, lubricantes y demás insumos necesarios, y se estimarán los costos anuales correspondientes.

Asimismo, se establecerá un programa que involucre las labores de mantenimiento de canales de riego y drenaje, diques, vías, compuertas y demás instalaciones mecánicas y eléctricas.



Se estimarán los requerimientos de personal, maquinaria y equipo de mantenimiento, y se establecerán las inversiones iniciales y los costos anuales y periódicos de reposición de los equipos correspondientes. El programa de conservación deberá ser suficiente para mantener en buen estado las obras y para evitar su deterioro.

Las labores respectivas deberán analizarse en detalle, para determinar si las realiza directamente el proyecto o si son susceptibles de contratación, según lo establecido en la Ley 41 de 1993. Los costos de conservación se obtendrán con base en estimativos de cantidades de obra y en precios unitarios debidamente justificados.

La planta de personal se detallará en categorías de personal profesional, técnico y auxiliar. En cuanto a los equipos, se desglosarán la maquinaria pesada y los vehículos livianos, al igual que los requerimientos de equipos topográficos, de laboratorio, de aforo y otros similares.

Se establecerán los costos de los programas de capacitación técnica y de actividades del plan de acompañamiento y del plan de manejo integral del proyecto.

El análisis de todos los aspectos mencionados deberá ser detallado, y no solo con base en indicadores genéricos.

- **Tarifas por la prestación del servicio público de adecuación de tierras:**

De acuerdo con el sistema y el método para la determinación de las tarifas, establecido en la normatividad vigente, se propondrá un sistema tarifario para cubrir los costos totales de administración, operación, mantenimiento y manejo integral del proyecto.

Se estimarán las tarifas según cuatro componentes: una tarifa *fija*, en función del área beneficiada con las obras de riego, drenaje o protección contra inundaciones; una tarifa *volumétrica*, o de *aprovechamiento*, en función de los volúmenes de agua entregados a los predios en el tiempo, en términos de la demanda media; una tarifa para *reposición de maquinaria y equipos*, en función del área beneficiada con las obras del distrito, y una tarifa por *prestación de actividades*, para mejorar la productividad agropecuaria, en función del número de usuarios que soliciten el servicio (solo se cobrará a los usuarios que lo soliciten).



Se incluirán diferentes alternativas de composición al respecto, evaluando sus posibles efectos en cuanto a estímulos a la utilización y el uso adecuado del riego, desestímulos al uso ineficiente del agua, efectos sobre las condiciones socioeconómicas de los productores y otros aspectos pertinentes.

Especial atención merece el análisis para el cálculo de la tasa por utilización del agua (TUA) y la incorporación de dicho costo.

Se establecerán los costos de los programas de capacitación técnica y actividades del plan de acompañamiento y del plan de manejo integral del proyecto.

- **Recuperación de inversiones:**

En la etapa de factibilidad del proyecto, de acuerdo con la legislación vigente y los modelos de fincas tipo, y tomando en cuenta los rangos de tamaño total de los predios y el área neta por beneficiar de cada uno de ellos, se efectuará una liquidación de los montos estimados y su forma de pago, que estarán a cargo de los productores beneficiados potenciales del proyecto, según su clasificación en grandes, medianos y pequeños productores, por concepto de recuperación de las inversiones por realizarse. Lo anterior, con el fin de informar preliminarmente a los futuros usuarios la cuota-parte por pagar e incluir estas partidas en los análisis financieros de las fincas tipo consideradas.

El estimativo del costo de las obras que les corresponderá pagar a los beneficiarios, se realizará, como ya se dijo, clasificándolos en pequeños, medianos y grandes, aplicando los subsidios a que tienen derecho legalmente.

El valor resultante representará la contribución de este al costo total del proyecto.

- **Organización y costos del plan de manejo integral del proyecto:**

Se deberán estimar los costos anuales y el periodo de duración (años) del programa de acompañamiento y de la capacitación a los beneficiarios del distrito, incluyendo lo relativo al uso adecuado de los recursos agua y suelo, durante el tiempo que se considere necesario, de modo que contemple las actividades de transferencia de tecnología y de capacitación que resulten indispensables para asegurar la viabilidad y la sostenibilidad del plan agropecuario. Tendrá en cuenta, además, los servicios que al respecto prestan entidades y organismos públicos y privados.

Se requiere definir los requerimientos de inversión y los costos para la capacitación a los usuarios.

- **Otros servicios de apoyo a la producción:**

Para la alternativa escogida en la etapa de factibilidad, se requiere precisar los requerimientos de otros servicios de apoyo a la producción, como crédito, provisión de insumos, mercadeo y maquinaria agrícola; también, evaluar la disponibilidad y las condiciones en que dichos servicios se encuentran disponibles en el área del proyecto y su zona de influencia, y establecer los requerimientos de inversión para tales fines.

Si el proyecto implica sistemas de procesamiento especiales, para el mercadeo de los productos, o tiene requerimientos de agroindustrias o controles especiales de calidad y sanidad, se requiere establecer los mecanismos para que se logren estos objetivos, la responsabilidad de los productores al respecto y los convenios que estos últimos deberán suscribir con el organismo ejecutor o con terceros, y establecerse, igualmente, los requerimientos de inversiones y de capital de trabajo para tal fin.

- **Plan de integración con la región:**

El proyecto en funcionamiento no puede ser visualizado como aislado de la región. Debe integrarse con ella generando impactos positivos y, en la medida de lo posible, minimizar los impactos negativos a través de un plan que permita:

1. Caracterizar el potencial de producción de secano que, por ejemplo, pueda integrarse en los procesos de comercialización o industrialización de la producción del distrito.
2. Desarrollar o dinamizar centros polarizadores regionales.
3. Instalar centros de acopio/procesamiento de poscosecha de la producción regional y parte de la originada en el distrito.
4. Optimizar la utilización de las infraestructuras física, social y de apoyo a la producción existentes en la región.
5. Capacitar y utilizar la mano de obra regional.
6. Apoyar los centros de investigación localizados en la región.
7. Apoyar a las universidades con carreras de agronomía o escuelas técnicas agrícolas localizadas en la región.
8. Apoyar los centros regionales de capacitación del Servicio Nacional de Aprendizaje (Sena) existentes dentro de la región.
9. Otros aspectos considerados pertinentes por el consultor.



2.3.7 Aspectos ambientales

Para esta etapa se debe desarrollar un estudio de evaluación ambiental y riesgos, profundizando temáticas con base en información existente de las etapas anteriores de consultoría, y con información de carácter primario a través de visitas de reconocimiento a la zona del área por desarrollar, incluyendo las cuencas abastecedoras y receptoras, de tal manera que empiece a conformarse un estudio ambiental y de riesgos que sirva de referencia y sea el fundamento para continuar, en caso de que el proyecto sea considerado viable.

Es importante establecer la autoridad ambiental competente, según el área por desarrollar en el proyecto, considerando lo establecido en el Decreto 1076 de 2015 o el que lo sustituya, lo modifique o lo derogue.

También se hace necesario determinar la exigibilidad del Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) o solicitar los términos de referencia ante la autoridad ambiental competente, en caso de requerir licencia ambiental. Si el proyecto no requiere licencia ambiental, igualmente se preparará el estudio de evaluación ambiental y riesgos, que se describe a continuación:



1. Introducción

Establecerá los antecedentes del proyecto, el alcance de la consultoría y el contrato de consultoría, entre otros. Deberá establecer la autoridad ambiental competente del proyecto y, si es necesario, la obtención de licenciamiento ambiental y otras autorizaciones o permisos necesarios, considerando lo establecido en el Decreto 1076 de 2015 o el que lo sustituya, lo modifique o lo derogue.

También se precisa establecer si el proyecto requerirá tramitar otros permisos, autorizaciones o concesiones, como una consulta previa, una sustracción o una rezonificación de reserva forestal, concesiones de agua, un permiso de vertimientos, un permiso de ocupación de cauces, un aprovechamiento forestal único, un permiso de investigación científica, un permiso individual de recolección o un levantamiento de veda, entre otros.

En lo que respecta a la licencia ambiental, el Decreto 1076 de 2015 estipula que “estarán sujetos a licencia ambiental únicamente los proyectos, obras y actividades que se enumeran en los artículos 2.2.2.3.2.2 y 2.2.2.3.2.3 del presente decreto”, como se especifica en la tabla 5.

138

Tabla 5. Competencia y exigibilidad de licencias ambientales

Artículo 2.2.2.3.2.2. Competencia de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA)	<ul style="list-style-type: none">• “9. La construcción y operación de proyectos de riego o de drenaje con coberturas superiores a 20.000 hectáreas”.• “15. Los proyectos que requieran trasvase de una cuenca a otra cuando al menos una de las dos presente un valor igual o superior a 2 m³/s durante los periodos de mínimo caudal”.
Artículo 2.2.2.3.2.3. Competencia de las corporaciones autónomas regionales	<ul style="list-style-type: none">• “17. La construcción y operación de proyectos de riego o drenaje para áreas mayores o iguales a 5000 hectáreas e inferiores o iguales a 20.000 hectáreas”.• “18. Los proyectos que requieran trasvase de una cuenca a otra cuando al menos una de las dos presente un valor igual o inferior a 2 m³/s, durante los periodos de mínimo caudal”.

Para el caso del diagnóstico ambiental de alternativas, es necesario verificar si se cumplen algunas de las siguientes condiciones establecidas en el artículo 2.2.2.3.4.2 del Decreto 1076 de 2015, o el que lo sustituya, lo modifique o lo derogue, y en tal caso, solicitar pronunciamiento a la autoridad ambiental competente sobre la necesidad de presentar el DAA:

- La construcción de presas, represas o embalses.
- Los proyectos que requieran trasvase de una cuenca a otra.

En caso de requerirse, se deberá cumplir con lo establecido en el artículo 2.2.2.3.4.3 del mismo decreto. El diagnóstico ambiental de alternativas deberá ser elaborado de conformidad con la metodología general para la presentación de estudios ambientales y los términos de referencia expedidos al efecto por la autoridad ambiental; no obstante, al menos deberán desarrollarse los siguientes capítulos:

- Objetivo, alcance y descripción del proyecto, la obra o la actividad.
- Descripción general de las alternativas de localización del proyecto, obra o actividad.
- Compatibilidad del proyecto con los usos del suelo establecidos en el POT o su equivalente.
- Identificación y análisis comparativo de los potenciales riesgos y efectos sobre el medioambiente, así como el uso o el aprovechamiento de los recursos naturales requeridos para las diferentes alternativas estudiadas.
- Identificación de las comunidades y de los mecanismos utilizados para informarles sobre el proyecto, la obra o la actividad.
- Análisis beneficio-costos ambiental de las alternativas.
- Selección y justificación de la alternativa escogida.

Una vez la autoridad ambiental evalúe el DAA, deben solicitarse a la autoridad ambiental competente los términos de referencia para la elaboración del estudio de impacto ambiental (EIA) para su desarrollo cuando se pase a realizar el diseño detallado.

El EIA es el instrumento básico para la toma de decisiones sobre los proyectos que requieren licencia ambiental, y se lo exigirá por parte de la autoridad ambiental competente en todos los casos en que, de acuerdo con la ley, se requiera.

2. Descripción del proyecto

3. Localización del proyecto

Localización político-administrativa y geográfica del proyecto: plano georreferenciado en coordenadas planas (Magna Sirgas), a escala 1:25.000 o mayor.

4. Definición del área de influencia del proyecto



Ajustar, conforme a las características, los límites del área por desarrollar dentro del proyecto, tomando en cuenta las siguientes definiciones:

- **Área de influencia indirecta (AII):** Se considera dicha área, desde el componente socioeconómico, a los municipios beneficiados en el ámbito regional por el desarrollo del proyecto.
- **Área de influencia directa (AID):** Área sujeta a ser intervenida o alterada por la construcción y la operación del proyecto, incluyendo zonas como la bocatoma, el embalse (si aplica), los corredores de vías de acceso y las líneas de conducción de tubería o canales, entre otros.

5. Elaboración de línea base: nivel de factibilidad

A nivel de factibilidad, se elaborará la línea base, que corresponde a una caracterización del AID para tener una visión de las temáticas de los siguientes componentes:

140

• Descripción del medio abiótico:

- o Geología.
- o Geomorfología.
- o Geotecnia.
- o Sismología.
- o Climatología y meteorología.
- o Suelos.
- o Hidrología.
- o Sedimentología.
- o Hidrogeología.
- o Suministro de agua: en este punto, establecer la calidad de agua de la fuente abastecedora y la de las concesiones de agua existentes de la fuente de abastecimiento.

• Calidad del agua:

Se requiere hacer la caracterización fisicoquímica y bacteriológica de la fuente de abastecimiento considerando, al menos, dos periodos climáticos (época seca y época de lluvias). El sitio de muestreo debe georreferenciarse, y su resultado servirá de base para el seguimiento a futuro de la calidad de agua de la fuente. Realizar

el análisis de la calidad del agua con laboratorios acreditados¹, para los siguientes parámetros por analizar:

- o **Caracterización física:** Temperatura, sólidos suspendidos, disueltos, sedimentables y totales, conductividad eléctrica, pH, turbidez y organolépticos.
- o **Caracterización química:** Oxígeno disuelto (OD), demanda química de oxígeno (DQO), demanda biológica de oxígeno (DBO5), carbono orgánico, bicarbonatos, cloruros (Cl-), sulfatos (SO4), nitritos, nitratos, nitrógeno amoniacal, hierro, calcio, magnesio, sodio, fósforo orgánico e inorgánico, fosfatos, potasio, metales pesados, sustancias activas al azul de metileno (SAAM), organoclorados y organofosforados, grasas y aceites, fenoles, hidrocarburos totales, alcalinidad y acidez.
- o **Caracterización bacteriológica:** Coliformes totales y fecales.
- o Complementar el análisis con información secundaria (si se la encuentra).

- **Descripción del medio biótico:**

- o Ecosistemas terrestres.
- o Ecosistemas acuáticos.

- **Medio socioeconómico:**

- o Lineamientos de participación.
- o Dimensión demográfica.
- o Dimensión espacial.
- o Dimensión económica.
- o Dimensión cultural.
- o Aspectos arqueológicos.
- o Dimensión político-organizativa.
- o Tendencias del desarrollo.
- o Información sobre población por reasentar (si aplica).

Cabe anotar que se desarrollará con base en información secundaria, en el aporte de otros estudios adelantados dentro de esta misma etapa del área técnica (estudios básicos), y en reconocimientos en campo, para temas que se consideren necesarios.

¹ Consultar la lista de laboratorios ambientales acreditados por el Ideam (matriz agua).

6. Zonificación ambiental

Definir en la cartografía si el proyecto identificado se encuentra localizado en el área de influencia directa o indirecta de áreas de restricción ambiental establecidas en los instrumentos de ordenamiento ambiental y territorial.

Considerar que existen áreas de exclusión y otras áreas de conservación, amparadas bajo legislación nacional ambiental vigente y convenios internacionales, lo cual imposibilita su intervención en algunos casos, o en otros posibilita la intervención con restricciones.

Las áreas consideradas de exclusión corresponden a las siguientes:

- Áreas con régimen de manejo especial, áreas del Sistema de Parques Nacionales (parque nacional, reserva natural, área natural única, santuarios de flora y fauna, vía parque).
- Parques naturales regionales.
- Suelo urbano.
- Áreas arqueológicas protegidas.
- Páramos.
- Reservas forestales protectoras.

Las áreas sujetas a restricciones o condicionantes son:

- Reservas de la biósfera.
- Humedales Ramsar, otros humedales, cuerpos de agua y drenajes dobles.
- Reservas forestales, según la Ley 2a de 1959.
- Sustracciones a las reservas forestales, según la Ley 2a de 1959.
- Resguardos indígenas.
- Tierras de comunidades negras.
- Proyectos de manejo integrado.
- Proyectos de conservación de suelos.
- Áreas de recreación.
- Reservas naturales de la sociedad civil.
- Áreas de patrimonio mundial, paisajes culturales.
- Zonas de reserva campesina.



7. Demanda, uso, aprovechamiento o afectación de los recursos naturales renovables

- Aguas superficiales.
- Aguas subterráneas.
- Vertimientos.
- Ocupación de cauces.
- Materiales de construcción.
- Aprovechamiento forestal.

8. Evaluación ambiental

Tiene como objetivo específico identificar y evaluar los impactos potenciales por ser generados sobre el medio físico, biótico y social, tanto en la etapa de construcción como en la etapa de administración, operación y mantenimiento del proyecto propuesto.

9. Plan de manejo ambiental

El plan de manejo ambiental (PMA) deberá formularse tanto para la etapa de construcción como para la de administración, operación y mantenimiento. Este plan deberá reflejar las acciones o las obras de prevención, manejo, control, restauración o compensación ambiental que incluyan costos y cronogramas de actividades.

El plan de manejo se estructura con el planteamiento de programas, los cuales podrán contener, entre otros aspectos, los impactos por manejar, la descripción de la medida ambiental, la ubicación, los responsables de su ejecución, los indicadores de seguimiento, el tiempo de ejecución y el presupuesto.

10. Plan de seguimiento y monitoreo

Orientado a los programas formulados en el PMA.

11. Análisis de riesgos ambientales y su mitigación

Dentro de esta temática se incorpora la articulación con planes de manejo de acuíferos, planes de gestión del riesgo, planes de adaptación y mitigación al cambio climático, y en este análisis se formulan lineamientos que se considerarán en el estudio ambiental por desarrollar en la siguiente etapa.

2.3.8 Costos totales del proyecto

Deben ser estimados con el grado de exactitud suficiente para discriminar adecuadamente las alternativas identificadas para realizar la evaluación económica y financiera de dichas alternativas.

Para establecer la viabilidad de dichas alternativas (financiera, económica y para el financiamiento), las estimaciones deben incluir todos los costos de inversión, operación y conservación. Los costos totales serán desagregados en sus componentes externos (gastos directos e indirectos en divisas) y locales (gastos en bienes y servicios de origen nacional).

Deben incluirse los costos de las obras, los asociados a la mitigación y la gestión ambiental y los establecidos por las leyes 99 de 1993 y 1450 de 2011, que son:

- Todo proyecto que involucre en su ejecución el uso del agua tomada directamente de fuentes naturales y que esté sujeto a la obtención de licencia ambiental, deberá destinar el 1 % del total de la inversión para la recuperación, la conservación, la preservación y la vigilancia de la cuenca hidrográfica que alimenta la respectiva fuente hídrica.
- Los proyectos de construcción y operación de distritos de riego deberán dedicar un porcentaje no inferior al 1 % del valor de la obra a la adquisición de áreas estratégicas para la conservación de los recursos hídricos que los surten de agua.

Adicionalmente, debe incluirse el valor para la ejecución del plan de manejo ambiental formulado que se debe implementar en las etapas de construcción y operación, acorde a las condiciones ambientales de la zona y las características de las obras definidas.

Estos rubros están constituidos, básicamente, por los costos de las obras civiles, dotación de maquinaria y equipos, interventorías, estudios y diseños e imprevistos, inversiones ambientales, capacitación y asistencia técnica (cuando haya lugar) y, en general, todos los demás costos iniciales que permitan contar con los recursos para mantener y operar el proyecto.

Los componentes anteriores se discriminarán en nacional y externo, con el fin de hallar sus respectivos valores escalados en el tiempo. Los parámetros de inflación interna y externa y del valor de la divisa en el tiempo deben ser solicitados a la Unidad de Macroeconomía del DNP. El flujo respectivo debe llevar los comentarios pertinentes.

La presentación de los costos del proyecto en el informe principal debe ser resumida, y debe acompañarse de un cuadro ilustrativo.





2.4 Análisis financiero de fincas tipo, o evaluación financiera del productor

145

El análisis financiero de las fincas tipo tendrá como objeto determinar, desde el punto de vista financiero, la incidencia que la ejecución del proyecto tendría sobre los ingresos y los egresos familiares de los agricultores usuarios potenciales del proyecto a nivel de cada finca representativa, determinada por el plan agropecuario, y con base en dichos resultados, determinar si sus fondos generan capacidad de pago suficiente de sus acreencias y sus obligaciones, y en consecuencia, determinar el incremento de los niveles de ingreso en cada unidad de explotación.

Para mostrar lo anterior, se debe presentar el flujo de caja correspondiente de cada finca tipo durante un tiempo mínimo de 20 años. Se deberán calcular los indicadores: valor presente neto del beneficio, VPN del beneficio incremental, tasa interna de rentabilidad (TIR), relación beneficio-costos (R: B/C), capacidad de pago o capacidad financiera, beneficio del agricultor, ingreso familiar en efectivo disponible, requerimientos de incentivos o de subsidios, y requerimientos de crédito.

Para el análisis financiero del productor, se utilizará como costo de oportunidad de capital privado la tasa de captación vigente en el momento del estudio, expresada

en términos reales, o se determinará el costo de oportunidad privado mediante la estimación del *costo promedio ponderado de capital*, o *Weighted Average Cost of Capital* (WACC).

En el flujo de caja se deben tener presentes, entre otros aspectos, los resultados de la situación agropecuaria actual, el plan agropecuario, las cargas que genera la situación con proyecto, como los costos agropecuarios, la amortización de las inversiones por obras civiles y prediales del proyecto, tomando en cuenta la legislación vigente en este sentido, los créditos y sus intereses, la operación y el mantenimiento del proyecto de adecuación, los impuestos prediales, los costos ambientales, el valor de los retiros básicos o canasta familiar en efectivo, y los demás ingresos y egresos propios de la respectiva explotación y la respectiva unidad familiar.

Se deben tener presentes, para cada una de las fincas tipo, sus rendimientos crecientes, sus precios, el tamaño de cada finca y todos los costos de producción agropecuarios y los subsidios, de acuerdo con el tamaño de la finca y el tipo de productor (pequeño, mediano o grande), determinados según la legislación vigente.

Para los subsidios se debe tener presente el tipo de productor (tamaño del predio respecto al tamaño de la UAF), las disposiciones del organismo ejecutor público o el que haga sus veces, las normas del Fondo Financiero Agropecuario y demás normatividad vigente.

Se deberá evaluar, a precios de mercado y a nivel de finca, el beneficio neto incremental de cada finca tipo, resultante de comparar la situación actual, o sin proyecto, y la situación con proyecto, durante el periodo de análisis (20 años). Este análisis se realizará a precios constantes.

En caso de presentarse una situación deficitaria de caja para el agricultor al inicio del proyecto, deberán presentarse alternativas de solución que permitan aliviar su situación coyuntural, tomando en cuenta la posibilidad de diferir sus acreencias para superar esta situación inicial o sugerir mayores subsidios o incentivos. Para lo anterior, hay que tener presente las normas de crédito vigentes y su normatividad correspondiente.

Parámetros

Unidad de análisis:

La unidad de análisis será el área total de la finca tipo y la unidad familiar que la explota.



- **Costo del capital:**

Como costo del capital obtenido con recursos de crédito según lo establecido para créditos con recursos de Finagro.

- **Tasa de inflación:**

La tasa de inflación empleada para obtener el costo de oportunidad del capital privado, expresado en términos reales, será la registrada anualmente por el DANE en la fecha utilizada para la realización de los estudios.

- **Precios:**

Todos los precios, tanto de los insumos como de los productos considerados, serán a nivel finca o del productor y en pesos corrientes para el año en que se realiza el estudio, manteniendo valores constantes para el total del periodo de análisis.

- **Vida útil del proyecto:**

La vida útil, u horizonte, del distrito dependerá de la duración de la infraestructura de riego; se recomienda un periodo de análisis de 20 años, aunque este dependerá de la actividad productiva propuesta y se fijará de acuerdo con el organismo ejecutor.

- **Producción, ingresos y costos:**

Para proyectar los flujos de fondos correspondientes, se determinarán los ingresos, los costos y el ingreso neto de la producción agropecuaria (venta y para autoconsumo de las unidades familiares), con la información generada en el plan agropecuario.

Dentro de la estructura del total de los costos de producción agropecuaria incluidos en el flujo de fondos, no se consideran los rubros correspondientes a intereses o costos del capital, ni impuestos ni transferencias, sino que estos se incluyen como rubros separados dentro de los flujos de fondos.

La producción anual será calculada tomando en cuenta las áreas proyectadas en el plan agropecuario para cada cultivo, la explotación, el año y los rendimientos incrementales estimados, de acuerdo con el ciclo de cada cultivo o cada explotación.

Variables básicas

Las variables que servirán de soporte para el desarrollo de los flujos de fondos y para la determinación y la valoración de los indicadores correspondientes, a nivel de las fincas tipo, serán las mismas definidas para la evaluación financiera del proyecto, pero adicionando las específicas para la evaluación a este nivel, de la siguiente manera:

• Ingresos:

Las variables que representan los ingresos familiares están conformadas por:

- * **Recursos para inversiones iniciales de obras del proyecto:** Corresponden al monto total destinado a las inversiones en cada finca tipo, y el cual se define, proporcionalmente, a partir del monto total para el proyecto y el área por beneficiar de cada una de las fincas tipo que no representan salida de efectivo para el productor, ya que realizará el pago de esta al organismo ejecutor mediante la recuperación de inversiones, incluyendo la cuota inicial de las inversiones por recuperar. Hace referencia a las inversiones que efectivamente pagará el productor en su predial y los costos de la adecuación predial que deben asumir los usuarios del distrito con recursos propios o recursos de créditos.
- * **Incentivos y subsidios:** Corresponden al valor de las inversiones hechas por el Estado con recursos no reembolsables para los productores, cuyos montos serán calculados de acuerdo con la legislación vigente (Ley 41 de 1993). Además, se debe determinar si dichos subsidios son suficientes o si se requiere un mayor valor.
- * **Crédito para inversión:** Recursos de crédito que deben obtener los usuarios para financiar las inversiones de materialización del proyecto.
- * **Crédito para inversión y capital de trabajo agropecuario:** Recursos de crédito que deben obtener los usuarios para financiar las inversiones de las explotaciones agropecuarias para capital de trabajo, de acuerdo con lo establecido por el Fondo Financiero agropecuario.
- * **Recursos propios:** Tomando en cuenta que los usuarios deben sufragar con sus propios recursos, se trata de la parte de las inversiones y de los costos de producción agropecuaria que —de acuerdo con la legislación vigente, las condiciones establecidas por los organismos financieros o según las características de las estrategias de producción de estos productores— no son entregados como crédito o como incentivos o subsidios, y tampoco requieren financiamiento, por ser asumidos con recursos propios de la unidad familiar. Dichos valores serán determinados para cada una de las fincas tipo como

recursos propios de los productores. Los recursos propios más importantes que se requiere considerar para el desarrollo de las actividades productivas serán el empleo de la mano de obra familiar y el uso de la tierra propia.

- * **Ventas:** Valor de la producción anual vendida, tanto agrícola como pecuaria, en la situación actual y la esperada con el proyecto, durante la vida útil considerada (20 años).
- * **Autoconsumo:** Representado por el valor monetario de los productos agropecuarios, extraídos de la unidad de explotación, que serán destinados a la alimentación de la familia o a la alimentación de animales, o que son utilizados como semilla para la siguiente cosecha y representan ingresos dentro de la estrategia económica de la unidad familiar. Estos valores serán determinados para cada una de las fincas tipo.
- * **Incentivos y subsidios:** Corresponden al valor de las inversiones hechas por el Estado con recursos no reembolsables para los productores, y cuyos montos serán calculados de acuerdo con la legislación vigente (Ley 41 de 1993). Además, se debe determinar si dichos subsidios son suficientes o si se requiere un mayor valor.
- * **Otros ingresos:** Los generados por actividades agropecuarias o no agropecuarias que el productor o los miembros de su familia desarrollan dentro o fuera de su unidad de explotación, pero que pueden ser utilizados para el financiamiento de las actividades productivas de la explotación, como el arriendo de tierra propia, el trabajo como jornaleros, los ingresos obtenidos por actividades comerciales (negocios), etc., correspondientes a cada grupo de productores representados por las diferentes fincas tipo.

• Egresos

Los egresos (pagos que deberán hacer los usuarios para sufragar las distintas actividades, tanto de construcción como de operación del proyecto y de la producción agropecuaria) estarán representados por:

- * **Inversiones:** Se considerará el total de las inversiones requeridas para la materialización y la operación correspondientes a cada finca tipo, desagregados en recursos como aportes del Estado o de otras organizaciones, recursos propios aportados por los productores y los recursos de crédito. Estos valores serán determinados, para cada finca tipo, de forma proporcional al área beneficiada de cada una de ellas. Igualmente, serán determinadas e incluidas las inversiones anuales requeridas para el desarrollo de las explotaciones agropecuarias (actividades productivas), de mediano y largo plazo, las cuales corresponden a la implantación de cultivos permanentes, beneficiaderos, infraestructura

y maquinaria y recursos para la reposición de los componentes de inversión iniciales del proyecto y de las actividades productivas, etc.; los totales se establecen para cada una de las fincas tipo. También se considerarán inversiones en infraestructura para el manejo de la poscosecha y la comercialización.

- * **Costos de producción de las actividades productivas:** Se considerará el total de los costos anuales de las actividades productivas de corto plazo, al igual que las de sostenimiento de las explotaciones permanentes o de duración de un año o más. Los valores serán cuantificados para cada una de las fincas tipo.
- * **Servicio de la deuda:** Incluye los montos por concepto de la devolución del capital recibido como crédito, más el costo o el interés generado por el uso dicho capital a la tasa establecida para cada rubro, expresados en términos reales, según sean cultivos transitorios o permanentes, durante el periodo considerado, y totalizando dichas obligaciones anuales para cada año de operación del proyecto durante su vida útil. Los valores serán determinados para cada una de las fincas tipo.
- * **Retiros básicos o valor de la canasta familiar en dinero en efectivo:** Representarán el monto de dinero que los jefes de hogar (productores o beneficiarios) pagan en efectivo durante el año para cubrir los gastos de sostenimiento de la unidad familiar, y que son extraídos de la producción de la finca y de los demás ingresos familiares, los cuales se determinarán en campo, con la participación de los productores.
- * **Costos del plan de manejo ambiental:** Los valores para cada una de las fincas serán determinados en proporción al área por beneficiar con el proyecto de cada una de ellas, a partir del monto definido en el estudio correspondiente al PMA.

- **Costos para el manejo integral del distrito:**

- * **Costos de administración, operación y mantenimiento del proyecto:** Corresponden a los valores que deben pagar los usuarios del distrito para sufragar los costos anuales de administración, operación y mantenimiento del proyecto. Para cada una de las fincas tipo, se determinarán dichos costos de acuerdo con el área por regar y los cultivos y las explotaciones por desarrollar en cada finca tipo, representados en los montos de las tarifas fija y volumétrica.
- * **Cuota parte de recuperación de inversión correspondiente a cada finca tipo:** Los valores de las cuotas de recuperación, para cada una de las fincas tipo, serán determinados de acuerdo con el tamaño de cada una de ellas, tomando en cuenta el tamaño de la UAF, la legislación vigente y la extensión de su área que se beneficiará.
- * **Otros egresos:** Al igual que para el caso de los ingresos, se deja abierta la



posibilidad de incluir otros egresos, originados por las actividades del proyecto (impuestos, por ejemplo).

* **Indicadores para la cuantificación y el análisis de los resultados financieros, a nivel de las fincas tipo:** Se determinarán y se interpretarán los siguientes indicadores:

- o **Capacidad financiera o capacidad de pago:** Muestra la disponibilidad de dinero efectivo que actualmente tienen y tendrán los usuarios durante los años de operación del proyecto, para pagar sus obligaciones (financieras o fiscales, o para sufragar los gastos generados por el proyecto y las actividades productivas, etc.), calculado en distintos momentos del desarrollo de las actividades del proyecto. El resultado de este indicador permitirá saber si se garantiza o no que los usuarios puedan pagar las obligaciones que les corresponden, lo cual hace viable o inviable la construcción del proyecto.
- o **Ingreso disponible después de cubrir obligaciones:** Muestra el monto de los recursos en dinero en efectivo con los que contarán los usuarios potenciales del distrito después de cubrir las obligaciones originadas por el proyecto, las actividades productivas y los gastos de sostenimiento de la unidad familiar, para sufragar cargas fiscales, los demás impuestos de ley y para inversión, ahorro o capitalización.
- o **Requerimientos de incentivos o subsidios:** Proyectos considerados inversiones sociales del Estado. Se deberán determinar el monto o el porcentaje del valor de las inversiones que deberán ser objeto de incentivo o de subsidio por parte del Estado, según los tipos de usuarios o de productores (pequeño, mediano y grande), a fin de que las inversiones requeridas para la materialización del proyecto les parezcan atractivas.
- o **Requerimientos de crédito:** Deben determinarse el monto o el porcentaje del valor de las inversiones (créditos de mediano y largo plazo) y de los costos de producción (créditos de corto plazo) que deben ser objeto de crédito, según tipos de usuarios o productores (pequeño, mediano y grande).
- o **Beneficio incremental del productor:** Muestra el valor monetario correspondiente a los recursos y los productos anuales adicionales que obtendrá el productor por las actividades productivas desarrolladas con la utilización del proyecto, y que podrá emplear para su sostenimiento y el de la familia, y como excedente para reinversión, ahorro o capitalización.
- o **Valor presente neto del beneficio incremental:** Para las fincas tipo, descontado a una tasa definida para el capital privado por el consultor, para 20 años de evaluación del proyecto.
- o **Relación beneficio-costos:** Se determina descontando los valores a la tasa definida para el capital privado por el consultor, para 20 años de vida útil del proyecto.
- o **Tasa interna de retorno financiera (TIRF):** Indica la rentabilidad esperada de los recursos requeridos para el desarrollo del proyecto y de la producción, correspondiente a cada finca tipo.

- o **Volumen de la producción incremental:** Determina el volumen incremental que se obtendrá mediante la ejecución del proyecto, con lo cual se logrará el aumento en los ingresos de los beneficiarios y de la oferta de alimentos o de materias primas para la industria.
- o **Valor de la producción incremental:** Determinará el valor incremental anual que se obtendrá mediante la ejecución del proyecto, con lo cual se logrará el aumento en los ingresos de los beneficiarios y en el producto interno bruto agropecuario (PIBA).
- o **Generación de empleo productivo:** Determinará la cantidad de jornales y de empleos anuales (considerando 240 jornales/persona/año como pleno empleo rural) que se generarán a raíz de la construcción y la operación del proyecto, y del desarrollo del plan de producción agropecuaria, representados en cada finca tipo.
- o **Flujos de fondos para el análisis financiero de las fincas tipo:** Estarán basados en la valoración (a precios de mercado constantes para el año en que se realiza el estudio) de los ingresos y de los egresos actuales, proyectados a 20 años, causados y generados por la construcción y la operación del proyecto y por el desarrollo de las actividades productivas correspondientes al plan de producción; también estarán basados en las sumas por amortizar para el pago de las inversiones del proyecto, de las actividades productivas y de los costos de operación y mantenimiento del distrito y de la unidad familiar.

Para cada una de las fincas tipo se cuantificará la producción para los cultivos que se explotan en la actualidad, y se valorará a precios de mercado en el ámbito de finca o del productor, tomando en cuenta su destino y las formas de comercialización. El plan agropecuario determinará la producción esperada con la utilización del distrito y el estudio de mercado y el valor de la producción anual vendida, a partir de lo cual se establecen el valor del ingreso actual, el ingreso esperado con la operación del proyecto y el incremental que, igualmente, se espera obtener.

El plan de ingeniería cuantificará el valor de las inversiones requeridas para la captación, la conducción y la distribución del agua hasta el ámbito predial, los costos en el ámbito predial, los costos de la infraestructura asociada (vías, administración, etc.), los costos y las inversiones de los servicios complementarios, los costos ambientales y los costos de operación y mantenimiento para el funcionamiento del proyecto; dicho plan también establecerá el cronograma para su ejecución, el cual se incorpora a los flujos de fondos.

Además de los resultados propios de cada finca tipo (flujos de fondos), se deberán presentar las memorias de cálculo correspondientes para cada finca tipo.



2.5 Recuperación de inversiones

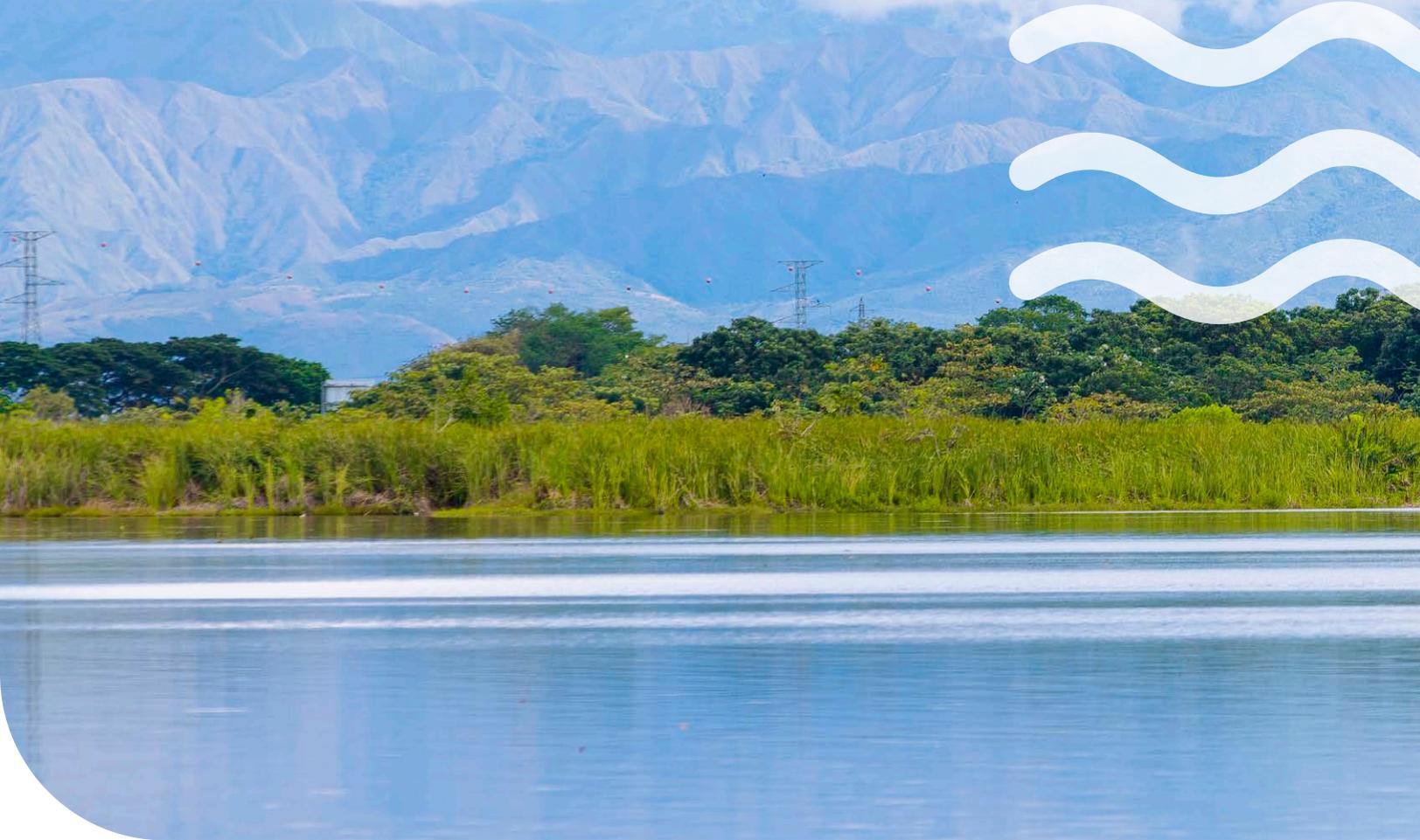
Se deberá hacer el cálculo de las cuotas de recuperación de inversiones por parte del organismo ejecutor, y de las cuotas parte a cargo de cada uno de los usuarios, con base en los planos y los listados catastrales correspondientes al área del proyecto; también será necesario hacer la verificación en campo, teniendo como marco legal la legislación vigente.

2.6 Mecanismos de financiación

Debe establecerse el mecanismo de financiación que se haya previsto para el proyecto de ADT, considerando que se cuenta con mecanismos de financiación estatal, de acuerdo con la Ley 41 de 1993 y mediante APP, cuando sea el caso.

Para financiación estatal, se deberá contar con la aprobación de la fuente de financiación para pasar a los diseños; en el caso de una APP, deberá definirse el tipo de iniciativa, pública o privada. Si es iniciativa con participación del Estado, se deberán establecer la distribución de la participación y la definición de funciones, responsabilidades y aportes de capital, considerando un análisis de riesgos para cada una de las partes de la sociedad. En el caso de una iniciativa de orden privado, se deberán hacer los análisis económicos y financieros completos, incluido el cierre financiero, e identificando las fuentes de financiación y de recuperación de capital, a fin de ser presentados al ente evaluador y poder emitir la viabilidad del proyecto o iniciativa presentada.





2.7 Gestión integral

Para garantizar la implantación y el desarrollo de un proyecto sostenible, competitivo y productivo, se requiere desarrollar un plan de gestión integral que permita la integración del proyecto al desarrollo rural del territorio.

Para lograr esto, deberán desarrollarse los servicios complementarios requeridos con el propósito de gestionar e integrar organizaciones al proyecto, a fin de potenciar y fortalecer las organizaciones existentes locales y regionales de cadena, o la creación de estas, en caso de ser necesario.

Adicionalmente, deberá realizarse un plan de negocios del proyecto piloto, que sirva de experiencia para el desarrollo del plan final del proyecto productivo del proyecto total. Este plan deberá considerar los aspectos productivos, de poscosecha, comercialización, gestión comercial y promoción del proyecto definitivo.



2.8 Escogencia de la alternativa más conveniente

2.8.1 Alternativa escogida

Se escogerá la alternativa técnica, económica, ambiental, social y financieramente evaluada como la más favorable, siempre y cuando también resulte técnica, social y ambientalmente viable.

2.8.2. Plan de organización del proyecto

Tomando como base la alternativa más conveniente para el proyecto, se establecerá el plan de organización para las fases de preconstrucción, construcción y operación de este.



2.9. Firma del acta de compromiso

Una vez constituida la organización provisional de usuarios/beneficiarios y cumplidas las normas con tal fin, se suscribirá el acta de compromiso y aceptación de los estudios que permitieron la selección de una alternativa recomendada y su continuación con los diseños del proyecto de ADT.

Tomando en cuenta que con la suscripción de esta acta, el organismo ejecutor se compromete a financiar los diseños detallados y a la posterior inversión en obras, la responsabilidad de realizar las reuniones de socialización de los resultados de la factibilidad y posterior suscripción de las actas recae directamente en el organismo ejecutor público.

El acta deberá estar firmada por el presidente de la organización provisional de usuarios, el delegado del organismo ejecutor público y los beneficiarios del proyecto.



2.10 Conclusiones y recomendaciones

157

El estudio de factibilidad debe brindar, de forma clara y concisa, las conclusiones y las recomendaciones de los distintos aspectos analizados inherentes al proyecto que permitan determinar la viabilidad de continuar con la ejecución de los diseños.

Cabe aclarar que cuando se trate de recursos públicos, el organismo executor público o la entidad asignada para la ejecución del proyecto, complementariamente, deberá hacer una evaluación integral de la factibilidad y, con base en los estudios, brindar concepto sobre el proyecto, con las respectivas recomendaciones, por componente de los análisis del proyecto para tener en cuenta en la etapa de factibilidad. Cabe aclarar también que este concepto es independiente del seguimiento y la supervisión contractuales, y que se emite una vez sean aprobados por la entidad los estudios presentados por el consultor:

- Es o no atractivo o viable.
- Se continúa con los diseños detallados.
- Se aplaza.
- Requiere información y análisis adicionales para iniciar o continuar con los diseños.



2.11 Informe de selección de alternativa recomendada

A continuación, se presenta una guía general para la presentación del informe de factibilidad, el cual debe cumplir con lo establecido en este manual y la *Guía para la etapa de preinversión en proyectos de adecuación de tierras* (Forero et al., 2018).

- **Resumen**

El informe principal deberá ser precedido de un resumen de tres o cuatro páginas, donde se citen los aspectos de mayor relevancia y las conclusiones. Principalmente, se hará referencia a la relación del proyecto con las políticas del Gobierno, su localización, sus límites, su área bruta y neta por beneficiar, la infraestructura existente, las vías de comunicación, su clima (temperatura, humedad relativa, precipitación, evaporación, etc.), las principales alternativas estudiadas, los cultivos y las áreas, los mercados, el número de predios beneficiados y sus áreas, las familias beneficiadas directa e indirectamente, los empleos generados, los impactos ambientales previstos, sus principales componentes, sus plazos, sus costos, su organización, sus beneficios, sus resultados económicos y sus principales líneas de acción. Todo ello, con la misma secuencia del informe principal y de acuerdo con el orden que se indica a continuación.

En los capítulos del informe principal se hará referencia a los anexos en relación con los temas más importantes. El resumen estará acompañado de uno o dos planos reducidos que contengan los componentes del proyecto, con las convenciones y los colores apropiados y con cuadros condensados ilustrativos.

• **Capítulo 1. Introducción**

- o Origen de la iniciativa del proyecto, y el proyecto en las políticas del sector agropecuario y agrícola del Estado, las políticas de seguridad alimentaria y los planes de desarrollo a escala nacional o departamental.
- o Actividades previas realizadas.
- o Organismos gubernamentales y otras organizaciones participantes.

• **Capítulo 2. Antecedentes**

- o Ubicación del proyecto.
- o Marco jurídico.
- o Estudios previos.
- o Características y condiciones generales de la zona de estudio.
- o Asociación de usuarios.
- o Recursos y limitantes para el desarrollo.

• **Capítulo 3. Concepción del proyecto**

En este capítulo se justifica, en términos conceptuales (no económicos), la selección de las alternativas y las actividades propuestas para el proyecto. Con base en el análisis realizado en el capítulo precedente, se mencionarán las alternativas estudiadas y se justificará la selección de las soluciones (o las estrategias) propuestas.

En el marco de los antecedentes de referencia de la parte precedente, se examinarán ampliamente las oportunidades y las limitaciones del desarrollo dentro de los sectores pertinentes. También debe explicarse por qué se decidió seguir una estrategia particular para el proyecto y establecer las razones técnicas, sociales y económicas para seleccionarlo.

Se indicará la escala del proyecto propuesto y se explicará la razón para haber elegido dicha magnitud. Deben examinarse los riesgos del proyecto y exponerse las medidas que se han adoptado en la formulación del proyecto, y las que deben tomarse en el curso de su ejecución para minimizarlos.



- o Criterios de planteamiento y selección de alternativas.
- o Alternativas evaluadas.
- o Análisis de oportunidades y limitaciones de desarrollo.
- o Selección de alternativas.
- o Magnitud o escala del proyecto, y la alternativa seleccionada.
- o Riesgos de la alternativa seleccionada y medidas de mitigación.

• **Capítulo 4. El área del proyecto**

En este capítulo se debe proveer la información básica sobre la situación actual en el área del proyecto. Partiendo de una delimitación clara, se presentará información descriptiva e interpretativa de las condiciones y las características físicas, económicas, agrícolas, sociales e interinstitucionales.

La información debe ser precisa y resumida, extrayendo los datos más significativos de los anexos, en los que se consignará la información detallada. Tras la descripción de cada aspecto específico, se deben evaluar las limitaciones y las posibilidades que este tiene para el desarrollo futuro, tomando en cuenta que este análisis constituye la base para la formulación de los objetivos y las metas del proyecto.

• **Capítulo 5. Estudios sociales y organizacionales**

Estos estudios permiten caracterizar la dinámica de las poblaciones beneficiadas, los recursos naturales, las instituciones y las organizaciones que se relacionan con los aspectos sociales y culturales.

- o Aspectos demográficos.
- o Aspectos espaciales.
- o Aspectos culturales.
- o Aspectos político-institucionales.
- o Aspectos arqueológicos.
- o Ordenamiento social de la propiedad.
- o Asociación de usuarios.
- o Plan de gestión social.

• **Capítulo 6. Estudios técnicos**

Deben desarrollarse los estudios técnicos requeridos para el análisis de alternativas y prediseños de las obras. Se debe partir de los estudios realizados



en la etapa de prefactibilidad y ampliar el nivel de detalle para hacer el análisis de las alternativas identificadas en prefactibilidad y seleccionar la alternativa que será desarrollada en el diseño.

- o Climatología.
- o Hidrología.
- o Hidrogeología.
- o Freatimetría.
- o Cartografía.
- o Topografía.
- o Agrología.
- o Geología, geomorfología.
- o Geotecnia.
- o Situación agrícola.
- o Situación pecuaria.
- o Situación de ingeniería.
- o Situación ambiental.
- o Mercado productos existentes.
- o Uso actual del suelo.

• **Capítulo 7. Consideraciones de diseño del proyecto**

Este capítulo está destinado a resumir las consideraciones de carácter técnico, económico, social y ambiental que han influido en la selección de la alternativa recomendada en el estudio de factibilidad del proyecto. Se presentarán las alternativas evaluadas y se justificará la seleccionada, en cada aspecto relevante del proyecto.

La elección de las alternativas debe fundamentarse en el análisis de las disponibilidades y los requerimientos de recursos (sociales, organizacionales, institucionales, ambientales y técnicos), y deben sustentarse en criterios de diseño debidamente expuestos. Los aspectos más importantes por tratar son los social-organizacionales, de recursos hidráulicos, de prediseño de las obras, de desarrollo agrícola y de enfoque territorial del desarrollo del proyecto.

- o Recursos hidráulicos.
- o Mercado.
- o Alternativas del plan agropecuario.
- o Plan agropecuario.
- o Alternativas del plan de ingeniería.



- o Plan de ingeniería.
- o Programa de desarrollo del proyecto.
- o Evaluación ambiental y de riesgos (cuando aplique).
- o Plan de organización de usuarios.
- o Plan de manejo integral del proyecto.
- o Plan de organización del proyecto.
- o Integración con la región y enfoque territorial.

• Capítulo 8. El proyecto

- o **Objetivos:** Se enumerarán únicamente los objetivos específicos o particulares del proyecto; por ejemplo, mejorar la eficiencia en el uso de los recursos, elevar el nivel de ingreso de los agricultores, generar excedentes de exportación, elevar el nivel de empleo, mejorar el abastecimiento de alimentos, etc.
- o **Componentes del proyecto:** El objetivo de esta sección es describir las obras del proyecto propuesto y otros componentes que lo integran, partida por partida y categoría por categoría. Debe concentrarse en los aspectos técnicos y describir lo que se va a hacer, con el detalle suficiente para determinar las características, el alcance y el costo de las diversas medidas propuestas.
- o **Obras civiles:** Comprenden obras principales de ingeniería civil, obras menores, canales, puentes, vías de acceso, etc.
- o **Equipo y maquinaria:** Contempla la provisión de equipo, maquinaria, vehículos y otros bienes de capital para la operación y el mantenimiento del proyecto.
- o **Desarrollo de fincas:** Incluye la provisión de crédito a mediano y largo plazo a los agricultores, para la construcción de obras a nivel predial, la adquisición de equipos y maquinaria, el establecimiento de cultivos permanentes, etc., y la provisión de crédito a corto plazo para cubrir los costos adicionales de producción, resultantes de la intensificación de las actividades agropecuarias y de la incorporación de nuevas áreas de cultivo.
- o **Servicios de apoyo:** Se refiere a las acciones del proyecto que permitan crear o fortalecer los servicios de apoyo necesarios para la adecuada ejecución de este. Figuran entre ellos el crédito, la extensión agrícola, la asistencia técnica, la investigación, la provisión de insumos, el procesamiento agroindustrial, los canales de mercadeo, etc.
- o **Costos del proyecto:** Deben ser estimados con el mayor grado de exactitud posible para la factibilidad; o sea, el suficiente para discriminar adecuadamente entre alternativas. Dichos costos constituyen la base para la propuesta de financiamiento y para el análisis de su viabilidad económica y financiera.

Las estimaciones deben incluir todos los costos de inversión y los costos incrementales de operación y conservación incurridos durante el periodo de ejecución del proyecto. Los costos totales serán desagregados en sus componentes externo (gastos directos e indirectos en divisas) y local (gastos en bienes y servicios de origen nacional).

Dependiendo del grado de exactitud asumido en cada caso o rubro, se estimarán separadamente las contingencias o los imprevistos físicos que correspondan. En el nivel de factibilidad se requieren estimaciones de escalamiento de precios (efectos inflacionarios) y todos los costos deben ser calculados a precios corrientes de una misma época.

La presentación de los costos del proyecto en el informe principal debe ser resumida y estar acompañada de un cuadro ilustrativo.

• **Capítulo 9. Evaluación ambiental y riesgos**

Breve descripción de la caracterización ambiental, los impactos identificados, la zonificación de manejo, las medidas, las acciones o las obras de manejo, el control, la restauración y la compensación ambiental, y que incluya costos y cronogramas de actividades. También, la identificación de la autoridad ambiental competente y de la necesidad o no de licencia ambiental y otros permisos, concesiones o autorizaciones que deberán tramitarse para el proyecto.

• **Capítulo 10. Organización y administración**

Este capítulo contendrá las propuestas para la ejecución del proyecto, destacando el papel del organismo executor público o el originador de la iniciativa y el acta de compromiso con los beneficiarios que se beneficiarán del proyecto. Se deberá señalar qué entidades participarán, cuáles serán sus responsabilidades y cómo las cumplirán en función de sus atribuciones actuales, su personal, su equipo, su presupuesto, etc. Esta información resumida será extraída del anexo institucional. Asimismo, se describirán los convenios previstos para la coordinación entre instituciones, y el alcance y el propósito de eventuales contratos u otras formas de vinculación que sean necesarias para la correcta ejecución del proyecto.

Se deberán tratar los aspectos de construcción, operación, mantenimiento y manejo integral del proyecto, de manera que se incluyan los servicios a los agricultores, el crédito, el mercadeo, la comercialización, las cadenas, las cooperativas, la organización y la participación de los agricultores, y el monitoreo. El énfasis y el detalle de cada tema dependerá de su importancia para el proyecto.

De manera ilustrativa, se podrá seguir el siguiente orden:

- **Preconstrucción:** Detallar la forma como se realizarán los estudios faltantes (diseños detallados), la adquisición de zonas para la construcción de las obras, el trámite de permisos, concesiones, licencias de construcción y ambientales, y



- otras actividades previas a la construcción.
- **Construcción:** Explicar la forma como serán realizadas las obras, según su categoría: obras mayores de ingeniería, obras auxiliares y obras de desarrollo de fincas. Describir las responsabilidades de diseño y supervisión y los arreglos para el empleo de consultores. Establecer las secuencias de construcción y de implementación del proyecto. En caso de considerarse el desarrollo por etapas, estas deberán ser claramente definidas en el alcance y en el tiempo de implementación.
 - **Operación y mantenimiento:** Establecer las responsabilidades y los arreglos para la organización a nivel de campo, la distribución del agua y su control, etc., el sistema de mantenimiento, la reparación de maquinaria, la provisión de energía, etc., y el establecimiento y la recolección de tarifas.
 - **Plan de gestión integral:** Evaluar la experiencia y la capacidad de las instituciones encargadas. Describir el sistema de operación propuesto y la disponibilidad de fondos y de personal requeridos. Describir las instituciones que se encargarán de la provisión del crédito, así como su capacidad operativa y su experiencia. Analizar los mecanismos institucionales que se hayan previsto para canalizar la producción adicional del proyecto y la provisión de insumos. Si se contemplan agroindustrias o mercados de exportación, se deberán describir los mecanismos previstos para el efecto y las responsabilidades de los productores al respecto.

Si se pretende incorporar cooperativas u otras formas organizativas en la ejecución del proyecto, se deberá mencionar la legislación a la que están sujetas, su organización, su estructura y los mecanismos que se requieren poner en práctica para su desarrollo. Deben definirse también las medidas que se tomarán para hacer efectiva la participación de los agricultores. En particular, se describirán la organización de usuarios y sus relaciones y sus responsabilidades con la administración del proyecto.

- o **Monitoreo:** Contempla los mecanismos de generación de información sobre el progreso del proyecto que permitan tomar decisiones oportunas para mantener el ritmo de ejecución compatible con las metas propuestas.

- **Capítulo 11. Desarrollo agrícola y producción**

En este capítulo se presentarán los principales resultados que se aspira lograr con el proyecto en el desarrollo de la agricultura o la ganadería. En la presentación se podrá seguir el siguiente orden:

- o Áreas bajo cultivo, patrones de cultivo, su incorporación gradual en términos

- físicos, áreas con riego y áreas de secano, etc.
- o Evolución de los coeficientes técnicos (rendimientos y otros), su justificación y su comparación con otras situaciones similares.
- o Cambios en los requerimientos de agua, insumos y maquinaria, etc., y sus implicaciones desde el punto de vista del aprovisionamiento.
- o Descripción de los modelos de fincas en términos físicos, su incorporación anual, etc.
- o Volumen de la producción, por cultivos, en el año de pleno desarrollo, contrastado con la situación sin proyecto.

• **Capítulo 12. Mercados, precios y análisis financieros**

- o **Mercados y precios:** El propósito de esta sección es demostrar que la producción incremental generada por el proyecto encontrará efectivamente mercado, así como determinar los precios que los agricultores recibirán por sus productos, de acuerdo con las épocas de cosecha esperadas. Asimismo, se analizarán la disponibilidad y los precios a nivel de finca o del productor, para la adquisición de insumos. La información sobre mercados deberá presentarse por separado para cada producto, y deberá referirse a los mercados locales, nacionales e internacionales, dependiendo del volumen y destino esperado de la producción. Se harán también consideraciones sobre el sistema de comercialización, las plantas de procesamiento y otros servicios que sean necesarios para la efectiva realización de los productos.

En cuanto a los precios de los productos, la presentación debe referirse a los precios corrientes a nivel de finca, sin proyecciones de efectos inflacionarios. Es importante que tanto los precios como los costos unitarios se refieran a una misma época, claramente establecida en el informe. En los casos que se juzgue necesario, se mencionará la evolución última de precios o las distorsiones estacionales que puedan haber afectado seriamente la preparación del proyecto.

- o **Análisis financiero:** Se efectuarán análisis financieros del impacto del proyecto en fincas representativas y en entidades responsables de la operación y la administración del proyecto.

A nivel de finca:

El propósito de este análisis es demostrar que el proyecto ofrece suficientes incentivos a los agricultores para su participación, y que estos alcanzarán una adecuada situación financiera que les permitirá cumplir con las obligaciones del



crédito y otros costos adicionales creados por el proyecto (p. ej., tendrán capacidad de pago o capacidad financiera); en particular, el reembolso parcial de las inversiones. La presentación de los resultados financieros deberá referirse a la evolución del ingreso neto de cada finca representativa y a su tasa interna de retorno.

A nivel de proyecto:

En esta sección se examinará la situación financiera del proyecto en función de diferentes alternativas de fijación de tarifas y del autofinanciamiento de los costos de operación y mantenimiento, reposición de maquinaria y recuperación de ciertos costos de inversión, si es el caso.

• Capítulo 13. Beneficios y justificación

- o **Beneficios:** En esta sección se describirán y se cuantificarán, en lo posible, los beneficios que se pretende conseguir con el proyecto. Entre los beneficios figuran las mejoras en eficiencia y productividad alcanzadas, la incorporación de áreas a la producción, la creación de empleo, la elevación del nivel de ingreso de los agricultores, ilustrada por los modelos de finca, etc.
- o **Análisis económico:** El indicador utilizado es la tasa interna de retorno económico calculada para el periodo de vida útil del proyecto. Para el cálculo de la tasa interna, se cotejarán los beneficios y los costos del proyecto, año por año, evaluados a precios económicos o de cuenta. Los principales precios de cuenta por ser considerados se refieren al valor de la divisa, precios de productos, insumos, tierras y valor de la mano de obra no calificada. Estos valores se obtendrán en el DNP.

Los beneficios principales del proyecto estarán constituidos por el valor incremental de la producción agropecuaria. Los flujos de costos deberán incluir separadamente las inversiones, los costos de operación y mantenimiento, los costos de reemplazo de equipos y el valor residual de las inversiones. Se estimarán anualmente las provisiones para imprevistos físicos.

Se hará un análisis de sensibilidad a variaciones en precios, rendimientos y costos que sean compatibles con la magnitud de los imprevistos físicos. También se simulará el efecto de un retardo de un año en alcanzar las metas de producción y se calcularán las variaciones de precios y costos que reduzcan la tasa interna de retorno al valor del costo de oportunidad del capital en el país.



- o **Otros efectos:** Se expondrán los efectos del proyecto sobre la distribución del ingreso, el empleo y la migración interna, la nutrición y la salud, el acceso a la tierra y el medioambiente.

• **Capítulo 14. Asuntos pendientes**

En este capítulo se mencionarán los problemas relevantes que deban ser resueltos o considerados en la preparación y la evaluación del proyecto. Estos aspectos pueden relacionarse con las razones básicas del proyecto, con situaciones de política que repercuten en este, de personal de gestión, de la organización, de la asociación de usuarios, etc.

Con los resultados del estudio de factibilidad es posible suscribir el acta de compromiso entre el organismo ejecutor público y la respectiva asociación de usuarios, como una condición previa a la contratación del diseño detallado. El estudio permitirá actualizar la inscripción del proyecto en el Banco de Programas y Proyectos de Inversión Nacional (BPIN) del DNP.

• **Anexos**

Los anexos al informe sirven de apoyo detallado a este. Si bien el informe principal se redacta pensando en el lector general, los anexos se examinarán en detalle; principalmente, por especialistas —y deben redactarse pensando en ellos—. Los anexos variarán ampliamente según el tipo y la complejidad del proyecto, pero deben consignar de forma clara todos los análisis realizados, las metodologías empleadas y los resultados obtenidos, ya que dichos anexos serán el punto de partida para los diseños detallados.

Los anexos mínimos contemplados serán los que se describen a continuación, y podrán ser integrados en varios volúmenes, dependiendo de la extensión de los temas tratados. Cada anexo estará precedido de un resumen de su propio contenido:

- o Cartografía.
- o Topografía.
- o Agrología.
- o Geología y geomorfología.
- o Climatología, hidrología y sedimentología.
- o Freatimetría.
- o Acuíferos subterráneos (si aplica).
- o Cuencas hidrográficas.



- o Aspectos socioeconómicos.
- o Aspectos ambientales.
- o Estudio de evaluación ambiental y riesgos.
- o Información catastral.
- o Situación agropecuaria actual.
- o Situación actual de ingeniería.
- o Mercados y precios.
- o Diagnóstico situación actual.
- o Alternativas plan agropecuario.
- o Demandas de agua.
- o Alternativas plan de ingeniería.
- o Estudios geotécnicos.
- o Alternativas plan de organización.
- o Costos del proyecto.
- o Evaluación de alternativas del proyecto.
- o Evaluación económica del proyecto y financiera del proyecto y de las fincas tipo.
- o Servicios complementarios.





2.12 Diseños detallados

El alcance de los diseños deberá ser el suficiente para elaborar los planos de construcción que, junto con las especificaciones, permitan la ejecución de las obras sin requerirse información o detalles adicionales, salvo en el caso de equipos y elementos electromecánicos especiales, como bombas y motores, compuertas y otros similares de características particulares, en que los planos de detalle deben ser suministrados por el fabricante de tales equipos o elementos.

Se revisará la localización de las obras prediseñadas en el estudio de factibilidad, y se relocalizarán, si fuere necesario, por modificaciones en su dimensionamiento o en sus alineamientos. Se harán todas las investigaciones complementarias que resulten indispensables; particularmente, en topografía, geotecnia (incluyendo perforaciones profundas), sedimentología, sísmica y otros aspectos relevantes.

Los planos de construcción de cada obra deberán ser completos y de fácil interpretación, e incluirán despieces de armaduras y detalles constructivos y la definición de otros elementos y equipos que se incorporen a estas, tales como compuertas, puentes, grúas, etc. Además, los planos deberán presentarse a escalas adecuadas, deben incluir plantas, vistas frontales, laterales y cortes, que permitan determinar con claridad las características de cada estructura individual o de las estructuras típicas, y deben estar acompañadas de un cuadro resumen con la clase, la ubicación, el abscisado, la descripción resumida y las dimensiones principales de cada una de estas. En el caso de canales, tuberías, túneles, diques, vías y otras obras



lineales, se prepararán planos en planta y perfil, a escalas horizontal 1:1000 y vertical 1:100, y secciones transversales a escala 1:100; las estructuras complementarias a estas obras se representarán en planos a escalas 1:25 o 1:50. Todos los planos serán de 0,70 m × 1,00 m, dibujados en papel y entregados también en medio digital. Además de los planos detallados de cada obra y de cada estructura, se presentarán planos generales de ubicación del proyecto, un índice de planos, las fuentes de materiales y su plan de utilización y acarreo, la localización de apiques y otros planos generales que resulten necesarios.

Debido a la variedad de proyectos y de sus componentes, no es posible preestablecer un listado de planos requeridos para todos los casos; sin embargo, el criterio básico consiste en que los planos de los diseños detallados deben ser suficientes para adelantar los procesos de licitación y de construcción de las obras y de adquisición y montaje de los equipos. En el caso de equipos de diseño especial, los detalles de montaje y de las estructuras complementarias relacionadas con dichos equipos solo se completarán cuando se haya seleccionado el respectivo fabricante y este haya suministrado las especificaciones correspondientes.

Los planos de las zonas por adquirir para la construcción de las obras, que deberán ser dibujados con base en levantamientos planimétricos de precisión, deberán ser suficientes para todos los trámites de adquisición de los terrenos. Los planos de construcción deberán contener toda la información requerida para el replanteo de la localización de las obras en el terreno.

2.12.1 Complementación de estudios técnicos básicos

Para realizar los diseños, debe revisarse la necesidad de adelantar las actividades descritas seguidamente, para complementar los estudios básicos realizados para la selección de la alternativa recomendada.

2.12.1.1. Topografía

Se harán levantamientos planimétricos cuando se requiera complementar lo ya hecho para los sitios donde se ubicarán las estructuras hidráulicas y las franjas de terreno a lo largo de las cuales se localizarán las redes de riego, drenaje y las obras de protección contra inundaciones.

Además, se efectuará el levantamiento planimétrico de las zonas por adquirir en razón de la construcción de las obras diseñadas, con sus respectivas alinderaciones.



Para efectuar el diseño de las obras de adecuación predial, deberá realizarse un levantamiento planimétrico detallado sobre la totalidad de la superficie por beneficiar en los que se seleccione y se justifique tomando en cuenta las consideraciones establecidas en el numeral 2.12.2.3. El levantamiento se hará para obtener curvas de nivel a intervalos de 0,25 m para sistemas de aplicación de riego superficial por gravedad, y hasta 1,00 m para los presurizados. Las especificaciones mínimas de dichos levantamientos serán las exigidas en los estudios básicos de factibilidad del presente manual.

2.12.1.2. Actualización catastral

Se actualizará la información catastral obtenida. Con el objeto de disponer de información sobre valores de la tierra, se deberá consultar las planchas de zonas homogéneas físicas y geoeconómicas elaboradas por el IGAC con fines catastrales y transcribir el límite del área de influencia del proyecto. Con base en esta información y en la superposición con la información predial, deberán elaborarse estadísticas sobre valores catastrales vigentes por hectárea y su porcentaje de participación en el proyecto. Sobre cada una de las zonas físicas definidas por el IGAC, se harán sondeos del mercado inmobiliario, con el objeto de determinar los valores comerciales actualizados de las zonas por adquirir para la construcción de todo el proyecto. Se deberá presentar, como soporte de este ítem, las encuestas realizadas, los criterios de comparación utilizados, sus conclusiones y sus recomendaciones.

En las oficinas de planeación departamental y municipal se consultarán los planes de desarrollo y de ordenamiento territorial existentes, y se extraerán los proyectos localizados dentro del área de influencia, definida en la actualización del estudio de factibilidad. Esta información deberá ser consignada en un informe independiente, acompañada de sus respectivos soportes cartográficos.

Con base en los planos de la restitución, las fotografías y la información a nivel predial existente en las oficinas delegadas de Catastro, se deberá diligenciar una ficha técnica para cada uno de los predios, incluyendo los aspectos físicos, económicos y jurídicos. Por su parte, con base en la ficha técnica diligenciada en el punto anterior, en la cartografía predial y con soporte en fotografías aéreas, deberán hacerse el reconocimiento y la identificación predial en el área de influencia del proyecto actualizando, corrigiendo o complementando la información del catastro. Cuando se presenten discrepancias entre la información cartográfica predial y lo observado en campo, se debe actualizar la citada cartografía, previa verificación de los linderos con los beneficiarios o los poseedores y con base en la interpretación de los linderos contenidos en los títulos de adquisición. Esta actualización se realizará en los planos

de la restitución. Se requiere obtener y precisar información catastral, notarial y de registro para cada uno de los predios dentro del área de influencia definida en el estudio de factibilidad y, con base en ello, complementar la información contenida en las fichas técnicas (adjuntar soporte documentario).

También, se requiere elaborar un estudio de títulos para cada uno de los predios beneficiados con el proyecto, con el objeto de determinar su condición jurídica. En caso de que se encuentren poseedores, el organismo ejecutor deberá establecer, hasta donde le sea posible, si tal condición se ostenta sobre bienes baldíos o si corresponde a predios particulares que hayan sido invadidos. Se debe elaborar un mapa temático sobre los usos del suelo en cada uno de los predios beneficiados.

2.12.1.3. Hidrología y meteorología

Se deberá profundizar el análisis de la información hidrometeorológica con la adición de todos los datos disponibles desde su terminación para mejorar la confiabilidad y el aprovechamiento de dicha información. En particular, se revisarán y se actualizarán los estudios hidrológicos para suplementar las series de caudales y los registros de crecientes para el diseño de las obras temporales de desviación y del vertedero de excesos y los demás parámetros hidrológicos necesarios; igualmente, se afinarán los análisis de la precipitación efectiva y de la evapotranspiración decadal y de los requerimientos de drenaje, para precisar las características definitivas de las obras del proyecto.

Complementariamente, en proyectos de riego, para determinar la disponibilidad real de agua en los periodos más críticos, se hará un inventario de los caudales derivados de las fuentes hídricas que surtirán a los beneficiarios de terrenos aledaños a estas, tanto aguas arriba como aguas abajo, de los sitios de captación propuestos. Estos caudales, generalmente constituidos en derechos adquiridos por concesiones o por el uso continuado del agua, se deducirán de los caudales básicos, lo que será necesario para definir el caudal aprovechable efectivamente, y que deberá compatibilizarse con los requerimientos de irrigación del plan agropecuario para el respectivo proyecto.

2.12.1.4. Freatimetría

Se continuará con el estudio freaticométrico iniciado y se incorporarán a este las nuevas lecturas de los pozos de observación que se realicen durante los diseños detallados. La información así complementada servirá de base para el diseño de la red de drenaje subsuperficial, la cual, en lo posible, se integrará al sistema de



avenamiento para la evacuación de la escorrentía superficial y al de drenaje de los cauces naturales.

2.12.1.5. Sedimentología

Se evaluará toda la información disponible; en caso de que así se requiera, se deberá hacer un programa de aforos líquidos y sólidos y conseguir toda la información adicional, a fin de precisar el origen de los sedimentos en la cuenca, la granulometría y la composición de estos, los volúmenes de arrastre, los cambios en el régimen fluvial y los efectos de agradación y degradación del cauce inducidos por las obras.

Esta información servirá para precisar las dimensiones de los desarenadores y los sedimentadores y para calcular los costos de remoción de los sedimentos. En el caso de los embalses, si es necesario, se complementarán los estudios realizados en la factibilidad sobre recolección de datos sobre sedimentos, su incidencia en la disposición de las obras, la dinámica de acumulación más probable y el efecto de su colmatación en la vida útil del embalse, sobre análisis detallados de estabilidad de laderas y la evaluación de los posibles problemas debidos a la construcción del proyecto y los cambios en el régimen fluvial. Los efectos de agradación y degradación del cauce inducidos por las obras deberán ser objeto de estudios de hidráulica fluvial, y se revisarán las soluciones y el tipo de obras.

Se revisarán también las proyecciones de la tasa de erosión y sedimentación en la cuenca aportante al proyecto, la afectación social o económica y las medidas de mitigación. Lo anterior, por cuanto la vida útil y la calidad de agua del embalse está relacionada con la calidad del agua que lo alimenta, la cantidad de biomasa existente en el vaso del embalse cuando este va a ser llenado, el tiempo que requerirá su descomposición, así como la susceptibilidad de eutrofización y sedimentación por el aporte de nutrientes y sedimentos respectivamente.

2.12.1.6. Geología

Se utilizará la información obtenida para la selección de la alternativa recomendada y, adicionalmente, con las evaluaciones de la ingeniería del proyecto, se deberá realizar un programa de perforaciones en los diferentes sitios (presa, desviación, vertedero, descarga, etc.), que permitan el mejor conocimiento de los macizos rocosos de interés y de la litología respectiva, así como una caracterización detallada de las formaciones donde se fundarán las diferentes estructuras. En caso de requerirse una presa, junto con sus estructuras complementarias, sus túneles y otras obras mayores de complejidad similar, los levantamientos geológicos se



llevarán a un nivel detallado. Asimismo, se harán ensayos geofísicos tanto en los sitios de presa como en otros sectores clave del proyecto.

Las investigaciones del subsuelo se harán mediante exploraciones, de tal forma que queden despejadas todas las dudas respecto a las condiciones en las áreas de fundación de las principales estructuras y las obras subterráneas, tales como túneles. En los sitios de presa, dependiendo de las condiciones locales y del tipo de estructuras seleccionadas, será necesario complementar la investigación mediante trincheras, galerías exploratorias y apiques.

Con base en la estructura geológica regional y la tectónica del área, se evaluarán la disposición de los estratos y su incidencia en la estanqueidad del embalse, y se investigará el comportamiento regional del agua subterránea. Se harán mediciones geofísicas (inducción electromagnética), las cuales permiten investigar las características de conductividad en los primeros metros de material y formular el modelo hidrogeológico conceptual en el vaso, con base en el cual se formulará el comportamiento general del agua subterránea.

El flujo a escala regional (más profundo) se investigará fundamentándose en el tipo de rocas, su textura y su estructura geológica. Las conclusiones que se obtengan de este estudio permitirán identificar si existen sitios críticos que ameriten una evaluación con perforaciones y sondeos de mayor profundidad, que permitan el mejor conocimiento de la estanqueidad del vaso.

2.12.1.7. Sismología

Deberá hacerse un estudio de los fenómenos sísmicos regionales a fin de deducir y determinar las principales fallas existentes, su grado de actividad o la posible actividad inducida por acción de las obras proyectadas, para incorporar los resultados en el diseño de las obras principales.

En el caso de las presas y otras obras mayores, en los análisis de riesgos sísmicos se deben tener en cuenta los resultados obtenidos en el estudio de factibilidad sobre la ocurrencia de fallas geológicas y microsismicidad, de tal manera que sus resultados puedan incorporarse y aprovecharse en la evaluación del riesgo sísmico definitivo, el cual debe ser tenido en cuenta para llevar a cabo los diseños estructurales de los componentes clave del proyecto.

En el desarrollo del estudio se deberá garantizar que la red sismológica permanezca en su sitio o se reubique en regiones aledañas, para conocer la ocurrencia



y la intensidad de los movimientos tectónicos, y para poder establecer en el futuro si el embalse puede llegar a generar sismicidad inducida.

2.12.1.8. Geomorfología

Se deberán evaluar las fuentes y las tasas de erosión en las cuencas de las corrientes superficiales de agua que puedan tener incidencia en el proyecto. Se efectuarán estudios detallados tendientes a determinar todos los factores que influyan en la localización y el diseño de las obras; en especial, los relacionados con la ubicación de los sitios de captación y los posibles cambios o modificaciones de los cauces de dichas fuentes.

En el caso de los embalses, en el área de la cuenca, y dependiendo de sus características geológicas, geomorfológicas y de producción de sedimentos, deberá hacerse un estudio geomorfológico, en el cual se analicen los tipos de materiales que componen el vaso, sus pendientes naturales, el clima, los usos del suelo y la estabilidad de las laderas, a fin de identificar y evaluar las zonas inestables y las potencialmente inestables que puedan afectar el proyecto por operación futura del embalse, y determinar el grado de influencia que estas condiciones puedan tener sobre el diseño de las obras.

Como resultado de estas investigaciones, deberán plantearse soluciones para controlar la producción y el transporte de sedimentos y, si es el caso, determinar las acciones para la estabilización de laderas. Se evaluarán también los cambios morfológicos introducidos en el cauce principal (agradación y degradación) por acción de las obras del proyecto.



2.12.1.9. Geotecnia

Deberán ejecutarse la evaluación y el análisis detallado de toda la información existente sobre geología, geomorfología, perforaciones y materiales, así como de toda la que se vaya acopiando, de tal manera que para el diseño de las obras se cuente con toda la base de conocimientos sobre el área del proyecto y sobre los sitios donde se ubicarán dichas obras. Igualmente, la información debe permitir definir las características de las fundaciones y los tratamientos necesarios para estas, así como determinar los diferentes tipos de material por excavar, tanto en superficie como subterráneo, y los correspondientes tratamientos y métodos de excavación y de soporte.

Tanto para las obras principales como a lo largo de los trazados de las obras lineales y en los sitios de emplazamiento de las estructuras, se realizarán las perforaciones, los sondeos o los apiques, según el caso, así como los ensayos de laboratorio y las demás actividades relacionadas con la determinación de la calidad de los suelos y de las rocas, y se complementarán las investigaciones geotécnicas realizadas en el estudio de factibilidad, en la medida necesaria para establecer la capacidad portante del piso de fundación, las condiciones de estabilidad de las obras, los peligros de erosión y la homogeneidad del subsuelo. Se precisarán la secuencia estratigráfica, las características geomecánicas (fricción interna, cohesión, compresibilidad y estabilidad volumétrica), el grado de homogeneidad de los factores anteriores en el área y la presencia de factores erosivos. El diseño incluirá el estudio de los sitios de botaderos y la definición de la forma de disposición de los materiales de desecho o sobrantes de las excavaciones, de modo tal que tengan en cuenta la economía de las obras y cumplan con las exigencias ambientales.

2.12.1.10. Actualización del plan agropecuario

Se requiere actualizar y ratificar el plan agropecuario correspondiente o representado por cada una de las fincas tipo, y establecer los esquemas definitivos de cultivos, a nivel total del proyecto, congruentes con el resultado final del plan de ingeniería, definiendo la zonificación de la producción (ubicación de áreas y productores por cultivo) para el total distrito, indicando, para cada finca tipo el número de productores (usuarios potenciales del distrito), las áreas (ha) anuales por sembrar con riego de cada cultivo, las rotaciones por realizar, las fechas de siembra, de cosecha y los rendimientos incrementales por obtener (kg/ha/cosecha o por ha/año) y el sistema de riego por emplear. La ratificación del plan agropecuario, representado por cada finca tipo, deberá ser factible a mediano plazo y modificar, hasta donde sea posible, los factores que limitan el desarrollo actual agropecuario



del área por regar cuyas metas tengan una razonable probabilidad de alcanzarse o de superarse, y deberá contar con la flexibilidad necesaria para adaptarse a las variables y condiciones de los mercados, de los precios y del entorno económico. Antes de adoptar el plan agropecuario final para el proyecto, este deberá ser consultado y concertado con los productores, representados por cada finca tipo, a fin de asegurar el compromiso de su adopción, tomando en cuenta las restricciones a la producción que no serán directamente resueltas por el distrito. Se deberán determinar las inversiones y los costos anuales relacionados con las actividades de producción, de extensión agropecuaria y de capacitación a los usuarios.

2.12.1.11. Actualización del estudio de mercadeo y comercialización

Se requiere actualizar el estudio de mercadeo y comercialización, con el objetivo de demostrar que las cantidades de cada uno de los productos agrícolas y pecuarios que van a obtenerse anualmente en el distrito tendrán un mercado seguro, indicando sitios de venta, momentos de venta, potenciales compradores, cantidades y características de los productos para comprar, precios y formas de pago. Por otra parte, se requiere actualizar o ratificar los compromisos adquiridos en el proceso de selección de alternativa recomendada. Igualmente, se requiere ratificar que la producción agrícola o pecuaria propuesta será coherente con la política nacional de competitividad y con los planes de desarrollo vigentes, definir los canales de comercialización para la producción propuesta e indicar el canal más adecuado para la distribución eficiente de la producción del distrito; formular una estrategia para la comercialización e indicar las entidades o las organizaciones que proveerán la infraestructura y el transporte requeridos; y realizar gestiones con comercializadores y compradores potenciales y promover la firma de preacuerdos de comercialización e indicar, como mínimo, los volúmenes de producción requeridos, las características exigidas de los productos, el lugar de entrega de los productos, los precios y las condiciones de recibo y entrega de los productos. Se deberá actualizar las inversiones y los costos anuales relacionados con las actividades del mercadeo y la comercialización.

2.12.1.12. Materiales de construcción

Dentro de las evaluaciones sobre la disponibilidad de materiales de construcción, se cuantificarán los que sean aprovechables en el área del proyecto y en la región, y se optimizarán su explotación y su utilización desde el punto de vista económico. Con tal fin, se realizarán las perforaciones del subsuelo y los ensayos de laboratorio que permitan complementar las investigaciones anteriormente efectuadas. Se deben determinar las distancias de acarreo con el fin de seleccionar las fuentes de materiales



más atractivas. No obstante, se debe advertir qué fuentes potenciales de materiales de construcción deberán obtener autorizaciones y permisos ante las autoridades minera y ambiental, de manera previa a su utilización, lo que demandará recursos y tiempo. Se sugiere priorizar fuentes de materiales autorizadas existentes en la región, que se constituyan en proveedores formales de materiales de construcción para el proyecto.

2.12.2. Diseño detallado de las obras

Se adelantarán los diseños hidráulicos y estructurales de todas las obras constitutivas del proyecto.

Para el diseño estructural el trabajo consiste en realizar los cálculos estructurales, definir dimensiones y refuerzo, elaborar planos y calcular cantidades de obra de las estructuras, siguiendo en un todo las Normas Técnicas Colombianas. Aunque la Norma NSR-10 está concebida en general para edificios, sus criterios de análisis para estructuras de concreto son aplicables a las obras por diseñar, y toda la clasificación de riesgo sísmico, evaluación de fuerzas horizontales, cálculo de empujes, criterios para estructuras estáticas, análisis geotécnico, etc., están incluidos en los títulos A, B, C y H de la norma; específicamente, el Capítulo C.23 Tanques y estructuras de ingeniería ambiental de concreto, del Título C Concreto estructural, cuyo alcance cubre el diseño estructural, la selección de los materiales y la construcción de tanques y compartimentos estancos tales como piscinas y albercas de concreto, y además es aplicable a todas las estructuras de concreto propias de la ingeniería ambiental utilizadas para almacenar, transportar o tratar líquidos y otros materiales afines, tales como residuos sólidos. Se incluyen estructuras auxiliares de presas, vertederos y canales. En general, las estructuras de ingeniería ambiental están sometidas a cargas diferentes de las de edificaciones, a condiciones de exposición mucho más severas y a requisitos de funcionamiento más restrictivos. También es aplicable el Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes, que se acomoda de mejor manera a las estructuras por diseñar, y que tiene requisitos sismorresistentes equivalentes a los de la norma NSR-10 o la vigente al momento de ejecución de los diseños.

2.12.2.1 Obras de captación para riego

- **Suministro de agua de corrientes superficiales**

Los diseños incluirán todas las estructuras que las integran, como presas derivadoras, bocatomas y obras de encauzamiento, de protección de márgenes,

de aducción, de exclusión de sedimentos y de limpieza, con sus correspondientes componentes mecánicos y eléctricos, como compuertas, puentegrúas, etc. Con el fin de mejorar la información disponible para el diseño, es conveniente elaborar un modelo hidráulico de laboratorio a escala reducida que contribuya a definir óptimamente la ubicación de las obras y de sus características geométricas, hidráulicas y operativas. La construcción de obras de captación sobre corrientes superficiales de agua requiere, por lo general, desviar temporalmente el curso del agua y, por lo tanto, es necesario el diseño de un sistema sin incurrir en mayores riesgos, asegurando la estabilidad a futuro al menor costo posible. Este diseño, acompañado de los detalles constructivos, tendrá en cuenta todas las obras que constituyen la solución escogida, la cual forma parte del proyecto. Si la fuente de agua implica la reutilización o el reúso de aguas servidas o de procesos industriales, se deberá hacer el análisis fisicoquímico y bacteriológico que permita establecer la calidad del líquido y los requerimientos de tratamiento para su uso agrícola y pecuario. En caso de ser necesario, por la deficiencia de la calidad del agua, se debe considerar, adicionalmente a las obras de captación, una planta de tratamiento que garantice la calidad del agua para su uso en el proyecto de ADT. La evaluación económica deberá incluir los costos de obra, operación y mantenimiento de la planta.

- **Estaciones de bombeo**

Cuando se requieran estaciones de bombeo, se diseñarán las obras civiles, los equipos y las instalaciones electromecánicas, los sistemas de suministro de energía y las obras complementarias de estabilización, protección, retención de sedimentos y otras que resulten necesarias, como el canal de aducción. En caso de ser aplicable, se harán verificaciones hidráulicas tendientes a evitar la ocurrencia del fenómeno de golpe de ariete y se establecerán los equipos y los dispositivos necesarios para evitarlo incorporándolos al diseño de las redes de tuberías. Se establecerán las características técnicas de los elementos constitutivos de los equipos y de las redes principales de conducción y distribución, y se estipularán las especificaciones para asegurar el funcionamiento apropiado y la buena calidad de bombas, equipos impulsores, sistemas de tuberías, válvulas, accesorios, dispositivos de control y demás componentes. Se definirán las características de los sistemas de tuberías tales como cabezales de succión y de descarga, válvulas de aislamiento y de seguridad, tuberías de conducción, dispositivos de control remoto y de operación y protección de las bombas, medidores puntuales de la operación del bombeo y sistemas de suministro de energía eléctrica o de almacenamiento de combustible para bombas con motor de combustión interna, etc. Se indicarán los métodos de construcción o montaje de las redes de tuberías superficiales o subterráneas, de las válvulas y los demás dispositivos complementarios del sistema, y se estipularán los requisitos



para la seguridad de las excavaciones durante el tendido y la construcción. Se diseñarán las casetas para la protección de los equipos de bombeo y para facilitar la operación, tomando en cuenta requerimientos como cuartos de control bajo techo, sistemas de medición para la facturación de los servicios prestados, oficinas para los operadores, espacios para el mantenimiento de los equipos, dispositivos de seguridad y cerramientos de las áreas correspondientes a las estaciones de bombeo. Se establecerán los requisitos y las especificaciones mínimas para hacer el control de la calidad del montaje, tales como procedimientos de colocación y empalme de tuberías de concreto o de procedimientos de soldadura y pruebas hidrostáticas de las redes de tuberías. Se revisarán y se actualizarán los costos de la energía requerida con base en su utilización media prevista, el número y la calificación de los operarios y los requerimientos de mantenimiento. Se calcularán los costos fijos y variables de operación y mantenimiento, dentro de un análisis económico integrado. En lo relacionado con los equipos electromecánicos con características especiales y cuyas especificaciones definitivas deben ser suministradas por sus fabricantes o sus proveedores, se elaborará un formulario técnico en el cual se indiquen tanto las especificaciones básicas de obligatorio cumplimiento por dichos equipos como la descripción de los componentes para los cuales deberán proveer la información técnica necesaria que será utilizada para la comparación de las propuestas y la selección definitiva de los equipos.

- **Sedimentadores**

El diseño de los sedimentadores incluirá todos los aspectos topográficos, geotécnicos, sedimentológicos, hidráulicos, estructurales, mecánicos y eléctricos, incluyendo los dispositivos y las estructuras complementarias requeridas, como compuertas, desagües para lavado hidráulico, etc.

Es importante tomar en cuenta, en el diseño, mecanismos para el lavado hidráulico y el mantenimiento del sedimentador, y los elementos de control que lo conforman, lo que hará parte del manual de operación y mantenimiento del distrito.

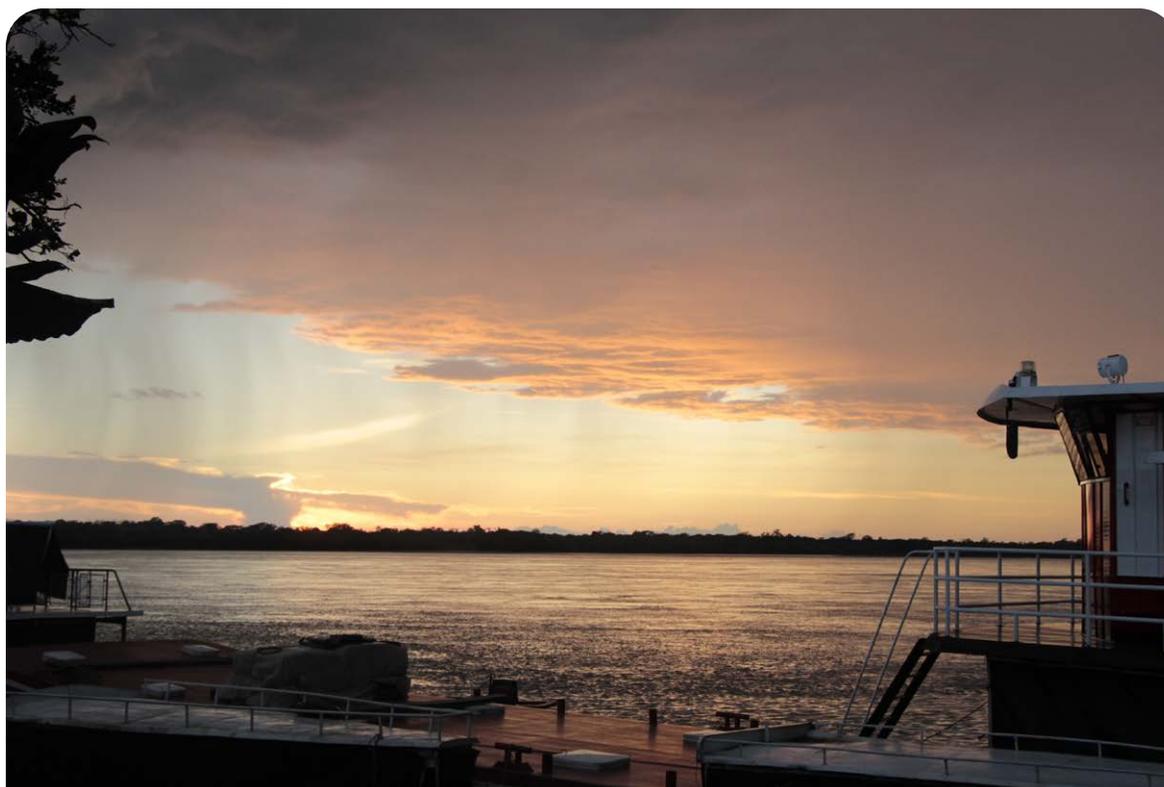
- **Suministro de agua desde embalses artificiales**

Se revisarán y se complementarán, en caso de ser necesario, el conjunto de obras que conforman este sistema de suministro de agua, para lo cual se harán los estudios específicos (topográficos, hidrológicos, geológicos, geotécnicos, sedimentológicos, de estanqueidad, etc.) y los análisis que permitan definir las formas, las características y las dimensiones de sus componentes, tales como el vaso, la presa de regulación (altura, longitud, ancho de la cresta o corona, taludes, protecciones, etc.), el vertedero

de excesos, el dissipador de energía, la estructura de derivación por gravedad o por bombeo, etc. Por lo general, en este caso no se incluye sedimentador, ya que el vaso actúa como tal; sin embargo, se deben considerar el embalse muerto y la posibilidad de instalar dispositivos de limpieza. Se incorporará al diseño de estas obras el sistema de desviación temporal de las corrientes de agua, así como los métodos y los programas constructivos necesarios para asegurar su ejecución con el mínimo de riesgos, su estabilidad y su operatividad futura. Asimismo, se incluirá lo relativo a la ubicación y la disposición del campamento de construcción, sus instalaciones, la dotación de los servicios de electricidad y agua potable, las vías de acceso a los frentes de obra y el plan de complementación o sustitución de la infraestructura existente que pueda ser afectada con la ejecución de las obras. Para el diseño de las obras respectivas, se seguirán las mismas indicaciones ya anotadas que sean aplicables. Los detalles correspondientes deberán proveer la información suficiente para definir las características de los distintos componentes de obra, sus cantidades y sus costos.

- **Suministro desde cuerpos naturales de agua**

Cuando se trate de lagos, ciénagas, otros cuerpos de agua naturales o presas de regulación, por lo general no se requieren sedimentadores. Para el diseño de las obras respectivas, se seguirán las mismas indicaciones ya anotadas que sean aplicables.



2.12.2.2 Red de conducción y distribución

Con base en la información obtenida, referente a las áreas por irrigar, los levantamientos topográficos, los caudales requeridos, los sistemas de suministro y de operación de riego, las características de los suelos de las franjas de terreno en las que se ubicarán las obras, etc., se establecerán de forma definitiva: la capacidad, el gradiente hidráulico, o línea piezométrica, las secciones transversales, el perfil longitudinal, el tipo y el espesor de materiales, la inclinación de taludes y otros aspectos pertinentes de los canales o los ductos principales, secundarios y terciarios de la red de conducción y distribución.

El diseño incluirá el estudio de los sitios de botaderos y la definición de la forma de disposición de los materiales de desecho o sobrantes de las excavaciones, de forma tal que tengan en cuenta la economía de las obras y cumplan con las exigencias ambientales.

Se prepararán los planos correspondientes en planta y perfil a escala 1:1.000 y secciones transversales a escala 1:100 o a escala 1:2.000 y secciones transversales a escala 1:200, dependiendo de las particularidades de cada proyecto. Además, se elaborarán los planos de construcción de todas las estructuras complementarias a aquellos, como aliviaderos, estructuras de control, reguladores de flujo, caídas, sifones, puente-canales, estructuras aforadoras y otras que se requieran, a escalas 1:25 o 1:50.

2.12.2.3 Obras de adecuación predial

Tomando en cuenta que las modificaciones en la información catastral que puedan presentarse en el tiempo transcurrido entre la aprobación de los estudios de factibilidad y el inicio de las obras de construcción impactan la validez de los diseños de las obras de adecuación predial, no se recomienda adelantar la totalidad de dichos diseños en la etapa de factibilidad de la APP.

En su defecto, y tomando en cuenta el área del proyecto, la zonificación propuesta para la construcción y la operación del proyecto y el cronograma de ejecución de las obras, deberán analizarse y justificarse los predios de los cuales se recomienda que deben ser diseñados en la etapa de factibilidad, y el diseño de cuáles sería más conveniente que esté a cargo del responsable de la ejecución de las obras previamente a iniciar la construcción de las obras prediales.



En cualquier caso, a efectos de actualizar los costos de la adecuación predial, deberán revisarse, actualizarse y complementarse los diseños de la muestra del 5% con base en la cual se adelantó el análisis para la alternativa seleccionada, adelantando el diseño de un área adicional del 5%; es decir, para contar con diseños en la etapa de factibilidad de por lo menos el 10% del área total por adecuar.

El alcance de dichos diseños, que corresponde al mismo que debe cumplir el responsable de la ejecución de las obras para los diseños que adelanten en dicha etapa, será el establecido como se detalla seguidamente.

Las obras en los predios corresponden a las requeridas para aprovechar la infraestructura de riego y drenaje disponible hasta el respectivo lindero. Se deberá diseñar el sistema de aplicación de riego (superficial por gravedad o presurizado), así como la red interna de drenaje que más convenga según las condiciones topográficas, agrológicas, de economía de suministro de agua, de requerimientos hídricos de los cultivos, del sistema adoptado de conducción, distribución y entrega, etc.

Las obras de *riego superficial por gravedad* comprenden, básicamente, tomas con compuertas, dispositivos de aforo, acequias, estructuras de control y de caída, etc.; las de *riego presurizado* incluyen tuberías, válvulas de paso, medidores de caudal, reguladores de presión, acometidas, hidrantes, aspersores, elevadores, dosificadores, etc. Además, se tendrá en cuenta la necesidad de dotar al predio de estanques reguladores de caudales, de proveerlo de vías internas y de efectuar trabajos de nivelación o emparejamiento de terrenos.

Se concertará, con el beneficiario de los predios que se diseñen, la forma de producción bajo riego de su finca.

Para efectuar el diseño, deberá hacerse un levantamiento planialtimétrico detallado sobre la totalidad de la superficie por beneficiar con las obras. El levantamiento se efectuará para obtener curvas de nivel a intervalos de 0,25 m para sistemas de aplicación de riego superficial por gravedad, y de hasta 1,00 m para los presurizados. Este levantamiento topográfico y la información edafológica, de utilización de la tierra y de requerimientos de riego y drenaje servirán de base para definir las características, las dimensiones, la geometría y el presupuesto de las obras necesarias a escala predial.

Como complemento de lo anterior y para definir el trazado y la localización de la infraestructura predial, se hará uso de la información catastral actualizada para el área del proyecto.



El diseño del sistema de drenaje predial debe considerar la conexión de este con la red de canales secundarios y terciarios que servirán para conducir los afluentes al sistema principal de drenaje.

Los sistemas de drenaje predial consistirán en tuberías enterradas, zanjas abiertas en tierra o galerías rellenas con material permeable, con la capacidad suficiente para evacuar los excesos de agua de escorrentía superficial y de excedentes de riego, pero controlando el nivel freático para conseguir la aireación necesaria en la zona de raíces. El tiempo máximo de inundación será el recomendable para los cultivos principales por establecer.

Este diseño permitirá definir, cuantificar los costos y construir las obras en los predios del proyecto y establecer los valores de recuperación de las inversiones que corresponderán a sus beneficiarios.

2.12.2.4 Sistemas de drenaje

Se partirá de los alineamientos de los canales o los ductos propuestos en el proceso de selección de alternativa recomendada y, con base en los coeficientes de drenaje recalculados, se establecerán la capacidad, el gradiente hidráulico, el perfil longitudinal, las secciones transversales y los demás elementos constitutivos de los distintos tramos de la red, teniendo presente la conveniencia de integrar las aguas de drenaje superficial y subsuperficial para que confluyan al mismo sistema. Los correspondientes planos de construcción en planta y perfil, las secciones transversales y los de las estructuras complementarias (caídas, puentecanales, aliviaderos, etc.) se elaborarán a las mismas escalas indicadas para la red de conducción y distribución de riego.

2.12.2.5 Protección contra inundaciones

En el caso de los diques de confinamiento, se complementarán las investigaciones geotécnicas incluyendo las fuentes de materiales. Estas investigaciones se orientarán a precisar las condiciones de estabilidad de los taludes, erosionabilidad, infiltraciones, conformación de terraplenes y disponibilidad de materiales.

Se determinarán, entre otros, los siguientes parámetros principales: estratigrafía, resistencia al corte (fricción interna y cohesión), infiltración mediante pruebas de campo, mediciones de permeabilidad sobre muestras inalteradas, comportamiento de los materiales frente a la compactación en ensayos sobre muestras integradas



y estabilidad volumétrica. Asimismo, se deberán determinar las obras, las acciones necesarias y los costos requeridos para un programa de recuperación y conservación de las cuencas, a fin de reducir los efectos producidos en las áreas afectadas por procesos erosivos o de acumulación de sedimentos.

2.12.2.6 Otras obras de infraestructura y equipos

- **Carreteables y vías**

Se complementarán las investigaciones geotécnicas y los levantamientos topográficos y se prepararán planos en planta, perfil y secciones transversales de las obras, siguiendo las normas generales de Invías. Se prepararán diseños detallados de los puentes y las obras de cruce principales, y diseños típicos de pontones, alcantarillas y las demás obras requeridas para el buen funcionamiento de la red vial en el área del proyecto. Todos los canales principales y secundarios de riego y de drenaje deberán llevar carreteables paralelos y adyacentes, a fin de facilitar su operación y mantenimiento; cuando se trate de tuberías a presión enterradas, se analizará la conveniencia de construir carreteables paralelos o, simplemente, accesos para llegar a la tubería cada determinado tramo, para efectuar el mantenimiento; los canales terciarios tendrán solo un carreteable sobre alguna de sus bermas. Adicionalmente se diseñarán, ya sea para su rehabilitación o su construcción, todos los carreteables de servicio para el proyecto que se requieran. Si la construcción de embalses inunda alguna o algunas vías, se deben diseñar.

- **Infraestructura de servicios**

Incluye el planeamiento y el diseño de las obras requeridas a fin de proveer instalaciones administrativas para el proyecto y la energía eléctrica necesarias para adelantar la construcción de las obras y de las bodegas, los campamentos y los sistemas de comunicaciones asociados a estas.

- **Instalaciones administrativas del proyecto**

Se deberán adelantar los diseños arquitectónicos, estructurales y de servicios de energía, agua y comunicaciones de los edificios y demás instalaciones requeridas para la administración, la operación y el mantenimiento del proyecto, tales como oficinas, bodegas, talleres, etc. Estos diseños deberán realizarse de acuerdo con las normas de arquitectura e ingeniería vigentes en el país, y en concertación con la asociación de usuarios del proyecto, de tal forma que se obtengan la mayor seguridad y la mayor funcionalidad en las instalaciones. Estos diseños contemplarán,



además, el de las obras provisionales para proveer agua, energía, infraestructura de vías y accesos, bodegas y campamentos e infraestructura de comunicaciones para adelantar la construcción de las obras.

- **Diseño del sistema de abastecimiento de energía (cuando se requiera)**

Dentro de los estudios de ingeniería, deberá darse la mayor importancia al análisis y la selección del sistema de abastecimiento de energía para atender las necesidades de distribución del agua de riego, tanto las agroindustriales como las domésticas, previstas para el área del proyecto. Las características de economía, eficiencia y confiabilidad de este sistema de abastecimiento determinarán en alto grado la factibilidad económica del proyecto y la seguridad de su producción agropecuaria. Se deberá plantear un estudio de alternativas con base en la utilización del servicio público de energía eléctrica en la región para la totalidad de la demanda de la potencia del proyecto, en la provisión de energía eléctrica de forma privada como parte integrante del proyecto, y en la provisión de energía mediante motores diésel (de gas o de ACPM) para cada una de las estaciones de bombeo. La selección de la alternativa de suministro de energía deberá basarse en el menor costo del kWh, tomando en cuenta las tarifas aplicables de la electrificadora local (en el caso de suministro de servicio público) y todos los costos de construcción, operación y mantenimiento por un periodo equivalente a la vida útil de los equipos de generación, incluyendo la infraestructura necesaria para el suministro de combustible (si hay generación privada de energía). En caso de producir energía de forma privada, tomando en cuenta el objetivo de obtener un bajo costo del kilovatio hora, conviene estudiar la posibilidad de contar con alta producción de energía eléctrica; por lo tanto, en este caso, todos los accionamientos y los servicios deben ser eléctricos. El estudio deberá considerar la conveniencia de generar energía con una o más unidades de generación, así como tener en cuenta toda la infraestructura necesaria para el abastecimiento del combustible a la central de generación. Se deberán preparar esquemas de la planta de generación privada, incluyendo equipos y su infraestructura correspondiente, suficientemente detallados para obtener estimativos confiables de su costo.

- **Bodegaje y campamentos**

Se localizarán y se determinarán las áreas requeridas.

- **Equipos**

Se definirán las características de los equipos —capacidad, función, área por ocupar, volumen, peso, formas, etc.— requeridas para su adquisición, y para

determinar la manera como se integrarán a las obras y sus especificaciones asociadas, al igual que los formatos para ser llenados por los fabricantes con las características técnicas de los equipos. Sobre los demás equipos y sistemas, se elaborarán diseños conceptuales y esquemáticos que permitan el diseño de las obras civiles relacionadas con estos.

Si es necesario considerar estaciones de bombeo superficiales para la distribución final del riego, así como la evacuación de aguas en el sistema de drenaje, se utilizarán, en general, equipos de eje horizontal de acople directo y velocidad constante; las bombas —usualmente, de tipo centrífuga y de flujo radial— son las más acordes a las condiciones hidráulicas de los sistemas por atender. Deberán tomarse en cuenta los siguientes valores nominales, entre otros:

- **Para la bomba:**

- a. Tipo de electrobomba.
- b. Caudal, altura dinámica total.
- c. RPM.
- d. Potencia.
- e. Eficiencia.
- f. Tipo de impulsor.
- g. Acople y base común.
- h. NPSH.
- i. Curvas de trabajo del sistema de bombeo.

- **Para el motor:**

- a. Tipo de motor (eléctrico, diésel, a gas).
- b. Potencia y factor de servicio.
- c. RPM.
- d. Características de la energía.
- e. Protecciones y señalización.
- f. Control de nivel.

Las dimensiones de las bombas y de los motores se tomarán de catálogos de referencia.

- **Sistema de automatización y comunicaciones:**

El estudio y el diseño de la automatización van dirigidos a dotar las obras de captación y distribución principal de todos los elementos que garanticen, básicamente, sustituir el control manual por controladores automáticos, para así conseguir condiciones óptimas de operación, tendientes a:



- Uso eficiente de los recursos agua y suelo.
- Disminución del tiempo de respuesta frente a eventos de crecientes.
- Ahorro de mano de obra.
- Ahorro de energía.
- Control de costos.

El sistema de automatización que se proponga irá encaminado, principalmente, a controlar, entre otros aspectos, los siguientes:

- Control de caudal o de niveles en obras de captación y estaciones de bombeo.
- Control en la apertura y el cierre de estructuras derivadoras y de toma.
- Control en la apertura y el cierre de válvulas hidráulicas.

El sistema debe ser consistente con los niveles de la fuente, de acuerdo con los resultados del estudio hidrológico.

El sistema de automatización debe estar conformado por los siguientes componentes:

- Sensores o transductores, como tensiómetros, manómetros, medidores de nivel, etc.
- Actuadores, como válvulas, arrancadores, motores eléctricos, etc.
- Acondicionadores de señal.
- Unidades de control.
- Sistemas de protección y alarma.

El sistema de supervisión y control estará conformado por todos los equipos electrónicos, que, desde un computador central y una red de unidades de campo, controlen cada una de las unidades de control remoto.

Para su correcto funcionamiento, es preciso que el sistema de telecontrol que se proponga cumpla los siguientes requisitos:

- Robustez de los elementos que se van a instalar, ya que el medio donde trabajarán es hostil para los elementos que lo componen (cambios de temperatura, humedad, polvo, tormentas, etc.).
- Seguridad de los elementos de comunicación y procesos de funcionamiento del sistema.
- Antivandalismo, protegiendo convenientemente u ocultando los equipos.
- Sistema de alimentación autónoma, a través de cable, pilas, baterías, placas solares, etc.



- Mantenimiento sencillo y económico, que pueda ser hecho a un primer nivel por los responsables de la supervisión, el manejo y la conservación de las instalaciones, con la previa formación y la capacitación de ese personal.
- Fácil adaptación a posibles modificaciones o ampliaciones.
- Uso de estándares comerciales facilitando la sustitución de elementos —por averías o por el fin de su vida útil— por otros iguales o de otras marcas existentes en el mercado, evitando la dependencia absoluta de un único fabricante, aspecto para tener muy en cuenta también en el software (programas de gestión del sistema).

A partir de la información existente y de estudios complementarios, deben identificarse las alternativas aplicables hasta definir la más favorable. Una vez aceptada por el organismo ejecutor o la interventoría, se procederá a desarrollar el diseño detallado en cuanto a las necesidades de operación, instrumentación y demás elementos o accesorios necesarios para su puesta en funcionamiento.

El diseño deberá tener en cuenta, entre otros aspectos, todos los relacionados con:

- Sistemas de control, tales como sensores o transductores, unidades de control actuadores, acondicionadores de señal, sistemas de protección y alarmas.
- Disposiciones de unidades de control de riego, las cuales pueden ser centralizadas, o con unidades secundarias u otra red que se ajuste a las necesidades específicas de los proyectos de riego.
- Comunicación por medio de un sistema de telecontrol que permita una comunicación entre las diferentes unidades que se determinen.

2.12.2.7 Componente geoespacial

El componente espacial es inherente a todas las disciplinas que intervienen en el desarrollo de proyectos de ADT. De esta manera, el análisis de la variabilidad espacial de los fenómenos, así como la identificación de las relaciones entre ellos, permite llegar a conclusiones que soportan los procesos de evaluación y toma de decisiones en el proyecto, a lo largo de todas sus etapas.

Para que la información espacial sea interoperable entre sí y resulte útil y pertinente a la evaluación del desempeño del proyecto a través del tiempo, se requiere que cumpla un mínimo de condiciones técnicas y contenidos (semántica). Se describen a continuación las características mínimas que debe cumplir la información geoespacial asociada a cada proyecto de ADT.



Este componente debe realizarse de acuerdo con los parámetros y los estándares vigentes establecidos por la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales (ICDE) para la producción, el intercambio y la disposición de productos geográficos. A continuación, se presentan los principales lineamientos que deben seguirse y complementarse en el desarrollo de los proyectos.

- **Formatos admitidos para el almacenamiento de la información geoespacial:**

La información geoespacial utilizada como insumo para el análisis de los componentes en cada una de las fases, así como la obtenida como resultado de dichos análisis y utilizada para la creación de los mapas, debe ser almacenada en los formatos descritos en la tabla 6.

Tabla 6. Formatos admitidos para el almacenamiento de la información geográfica

Formato	Descripción
Vectorial	
File GeoDataBase (.gdb) Feature class Feature dataset	Formatos que permiten almacenar y administrar el componente vectorial de las bases de datos geoespaciales.
Shapefile	Formato para el intercambio de información geográfica.
Ráster	
GeoTiff (.tif)	Formato que asocia información geográfica con archivos de imagen.
File GeoDataBase (.gdb)	Formato que almacena datos ráster dentro de la estructura de File GeoDataBase.
File GeoDataBase raster format (FGDBR)	
Cuadros	
dBase (.dbf)	Formato que permite almacenar y manejar datos tabulares.
Metadatos	
eXtensible Markup Language (XML)	Formato que permite el almacenamiento y manejo de las plantillas de metadatos de cada feature u objeto.

- **Sistema de coordenadas:**

Toda la información geográfica debe entregarse en el sistema de referencia Magna Sirgas o alguna de sus proyecciones, dependiendo de la ubicación del proyecto.

• **Caracterización de la información:**

La estructura y la caracterización de la información geoespacial obtenida en el marco del desarrollo de los diseños detallados deberán plasmarse en un documento .xlsx que contenga la descripción de cada entidad, los correspondientes atributos y los dominios asociados.

Este documento debe contener, como mínimo, los siguientes elementos:

- Listado de las entidades con la siguiente información:
 - a. Tipo de geometría de la entidad (punto, línea, polígono).
 - b. Nombre de la entidad.
 - c. Descripción de la entidad

Tabla 7. Ejemplo de cuadro para listar entidades

Tipo de entidad	Nombre de entidad	Descripción
Geometría-punto	Entidad_1	Descripción de la entidad 1
Geometría-línea	Entidad_2	Descripción de la entidad 2
Geometría-polígono	Entidad_3	Descripción de la entidad 3
Cuadro	Entidad_4	Descripción de la entidad 4

- Para cada una de las entidades se debe incluir una tabla con el listado de los campos; este debe contener la siguiente información:
 - a. Nombre del campo.
 - b. Tipo del campo (text, double, long integer, short integer, etc.).
 - c. Descripción del campo.
 - d. Nombre del dominio (en caso que lo tenga).
 - e. Entidad relacionada con la entidad a través del campo.

Tabla 8. Ejemplo de cuadro para listar y caracterizar las entidades

Nombre de la entidad	ENTIDAD_1			
Descripción	Descripción Entidad_1			
Tipo de entidad	Geometría, polígono			
Campo	Tipo	Descripción	Dominio	Entidades relacionadas
Campo_1	Short integer	Descripción de campo 1		
Campo_2	Text	Descripción de campo 2	DOMINIO_1	Entidades relacionadas 1

- **Diccionarios de datos:**

Se indican las entidades mínimas con un componente espacial asociado y los correspondientes atributos que deben ser incluidos como parte de los productos generados en la etapa de diseños detallados. Estos diccionarios de datos describen los atributos mínimos asociados a cada elemento espacial, y pueden ser complementados por el ejecutor del proyecto o ajustados en el momento en que el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural defina un modelo conceptual para el almacenamiento de la información.

- **Actualización catastral:**

Se debe adjuntar un archivo de polígonos almacenados en formato Shapefile o GDB con los predios que forman parte del proyecto, y que contenga, por lo menos, los atributos descritos en el diccionario de datos indicado en el cuadro 9. En estos cuadros, a través del campo «Beneficiario_Id», se relacionan los predios con los beneficiarios.

Tabla 9. Diccionario de datos con atributos mínimos para información predial

Nombre de la entidad		PREDIOS		
Descripción		Predios dentro del proyecto		
Tipo de entidad		Geometría, polígono		
Campo	Tipo	Descripción	Dominio	Entidades asociadas
Shape	Geometry	Tipo de geometría del <i>feature class (polygon)</i>		
Matrícula_inmob	Text	Matrícula inmobiliaria		
Cédula catastral	Text	Número de cédula catastral		
Beneficiario Id	Text	Número identificación del beneficiario del predio	Campo Beneficiario_Id BENEFICIARIOS (cuadro 10)	BENEFICIARIOS (cuadro11)
Área_Total	Float	Área total del predio (ha)		

Tabla 10. Diccionario de datos con atributos mínimos para información asociada a los beneficiarios de predios

Nombre de la entidad		BENEFICIARIOS		
Descripción		Beneficiarios de predios dentro del proyecto		
Tipo de entidad		Cuadro		
Campo	Tipo	Descripción	Dominio	Entidades asociadas
Beneficiario_Id	Text	Número de identificación del beneficiario		
Tipo_Id	Text	Tipo de identificación del beneficiario		
Apellidos	Text	Apellidos del beneficiario		
Nombres	Text	Apellidos del beneficiario		

• Agrología

Se debe incluir un archivo de polígonos en formato Shapefile o GDB, que contenga la información de las unidades de suelo del área del proyecto, y el cual debe contener como mínimo los atributos descritos en la tabla 11.

Tabla 11. Diccionario de datos con atributos mínimos del archivo de polígonos que contiene la caracterización de las unidades de suelo

Nombre de la entidad		SUELOS		
Descripción		Caracterización de unidades de suelo		
Tipo de entidad		Geometría, polígono		
Campo	Tipo	Descripción	Dominio	Entidades asociadas
Paisaje	Text	Tipo de paisaje en el que se encuentra la unidad de suelo		
Tipo de relieve	Text	Tipo de relieve dentro del que se encuentra la unidad de suelo		
Geología	Text	Tipo de material parental		
Suelos	Text	Nombre de suelo		
Unidad cartográfica	Text	Nombre de unidad cartográfica		
Símbolo	Text	Símbolo para representar la unidad de suelo		

La ubicación de los sitios seleccionados para describir los perfiles modales debe entregarse en un archivo de puntos formato GDB o Shapefile, el cual incluye, como mínimo, los atributos descritos en la tabla 12.

Tabla 12. Diccionario de datos con los atributos mínimos que debe tener el archivo de puntos con información de la localización de las observaciones de suelos

Nombre de la entidad		LOC_OBSERVACIONES_SUELO		
Descripción		Ubicación de observaciones para la descripción de perfiles modales de suelos		
Tipo de entidad		Geometría, punto		
Campo	Tipo	Descripción	Dominio	Entidades asociadas
ID_Perfil	Text	Identificación única del perfil		
Fecha	Text	Fecha en que fue tomado el perfil		

La caracterización general para cada una de las observaciones de campo debe almacenar, mínimo, los atributos que aparecen en la tabla 13.

Tabla 13. Diccionario de datos con los atributos mínimos que debe contener el cuadro con la caracterización general de las observaciones realizadas

Nombre de la entidad	CARACTERIZACIÓN_PERFIL			
Descripción	Caracterización general de cada perfil			
Tipo de entidad	Cuadro			
Campo	Tipo	Descripción	Dominio	Entidades asociadas
ID_Perfil	Text	Identificación única del perfil	Campo ID_perfil LOC_OBSERVACIONES_SUELO (cuadro 12)	OC_OBSERVACIONES_SUELO (cuadro 12)
Taxonomía	Text	Taxonomía del suelo en el punto de observación		
Símbolo	Text	Símbolo del suelo en el punto de observación		
Paisaje	Text	Tipo de paisaje al que pertenece el punto de observación		
Pendiente	Text	Pendiente del punto de observación		
Drenaje_Natural	Text	Drenaje natural del punto de observación		
Profundidad efectiva	Text	Profundidad efectiva del suelo en el punto de observación		
Uso actual	Text	Uso actual del área donde se encuentra el punto de observación		
Limitantes	Text	Limitantes de uso		



La caracterización de cada uno de los horizontes del suelo para cada una de las observaciones de campo debe almacenar, por lo menos, los atributos descritos en la tabla 14, el cual se relaciona con la tabla 12 por medio del campo «ID_perfil».

Tabla 14. Diccionario de datos con los atributos mínimos que debe contener el cuadro con información para los horizontes de suelo en cada una de las observaciones realizadas

Nombre de la entidad		HORIZONTE_SUELO		
Descripción		Atributos de los horizontes del suelo en cada uno de los puntos de observación		
Tipo de entidad		Cuadro		
Campo	Tipo	Descripción	Dominio	Entidades asociadas
ID_Perfil	Text	Identificación única del perfil	Campo ID_perfil LOC_OBSERVACIONES_SUELO (cuadro 12)	OC_OBSERVACIONES_SUELO (cuadro 12)
Profundidad	Text	Rango de profundidad del perfil		
Limitante	Text	Clase de limitante		
Color	Text	Color del horizonte		
Textura	Text	Apreciación textural		
Estructura	Text	Estructura		
Consistencia	Text	Consistencia		
Macrobiol	Text	Actividad microbiológica		
Raíces	Text	Presencia de raicillas en cada horizonte		
pH	Text	pH		

• Freatimetría

Se debe adjuntar un archivo de puntos almacenados en formato Shapefile o GDB que contenga la localización de los pozos de observación y, como mínimo, los atributos descritos en el diccionario de datos presentado en la tabla 15.

Cuadro 15. Diccionario de datos con atributos mínimos para la información asociada a los pozos de observación de freaticimetría

Nombre de la entidad		FREATIMETRÍA		
Descripción		Pozos de observación freaticimétrica		
Tipo de entidad		Cuadro		
Campo	Tipo	Descripción	Dominio	Entidades asociadas
id_Pozo	Text	Identificación única de cada pozo		
Profundidad	Float	Profundidad de nivel freático (m)		

• Obras del sistema

Para cada tipo de estructura como bocatomas, obras de control, desarenadores, estaciones de bombeo, embalses, etc., así como para cada tipo de estructura complementaria (caídas, puentecanales, aliviaderos, etc.), se debe agregar un archivo de puntos en formato GDB o Shapefile que contenga, por lo menos, un identificador único para cada una de las estructuras.

Adicionalmente, para cada tipo de elemento de conducción, protección contra inundaciones o drenaje (canales y ductos de conducción, red secundaria, jarillones, diques, etc.) se debe incluir un archivo de polilíneas en formato GDB o Shapefile, que contenga como atributo por lo menos un identificador único para cada uno de los elementos.

Se debe incluir un archivo de polilíneas en formato GDB o Shapefile, que contenga, al menos, un indicador único para cada uno de los tramos de las redes de drenaje. Para cada tipo de estructura complementaria (caídas, puente-canales, aliviaderos, etc.) se debe incluir un archivo de puntos en formato GDB o Shapefile, que contenga, por lo menos, un identificador único para cada una de las estructuras.

• Puesta en marcha del distrito

Durante la operación del distrito, se requiere construir una base de datos que almacene elementos geográficos y alfanuméricos, para así evaluar indicadores de desempeño durante su funcionamiento. Dicha base de datos debe contemplar, como mínimo, las siguientes entidades, que se plantean a manera de ejemplo y deberán ser complementadas de acuerdo con la información disponible y necesaria para la AOMMI, al igual que para el seguimiento y la evaluación:

- Base de datos de usuarios (como se presenta en la tabla 16).
- Datos asociados a cada parcela de cultivo; incluyen el tipo de cultivo, las fechas de siembra y cosecha y las variables de producción (tabla 17).
- Consumo de agua por parcela de cultivo (tablas 18, 19 y 20): estas entidades son de tipo alfanumérico y deben relacionarse con la entidad «parcelas», a través del identificador único de cada parcela, «Id_parcela». Dependiendo de las condiciones de cada proyecto, puede asociarse al predio, y no a la parcela



Tabla 16. Atributos mínimos para almacenar referentes a los usuarios del distrito

Nombre de la entidad	USUARIOS			
Descripción	Información de usuarios del distrito			
Tipo de entidad	Cuadro			
Campo	Tipo	Descripción	Dominio	Entidades asociadas
Usuario_Id	Text	Número de identificación del usuario		
Tipo_id	Text	Tipo de identificación del usuario		
Apellidos	Text	Apellidos del usuario		
Nombres	Text	Nombres del usuario		

Tabla 17. Atributos mínimos asociados a la entidad «parcelas», y que debe entregarse en formato Shapefile o GDB

Nombre de la entidad	PARCELAS			
Descripción	Parcelas de cultivo dentro del proyecto			
Tipo de entidad	Geometría, polígono			
Campo	Tipo	Descripción	Dominio	Entidades asociadas
id_Parcels	Text	Identificador único de la parcela		
Cultivo	Text	Cultivo sembrado		
Usuario_Id	Text	Identificación del usuario asociado a la parcela	Campo Usuario_Id_ USUARIOS (cuadro 17)	USUARIOS (cuadro 17)
Área	Text	Área de la parcela de cultivo (ha)		
Fecha_siembra	Date	Fecha de siembra de la parcela		
Fecha_cosecha	Date	Fecha de cosecha de la parcela		
Producción	Float	Producción de la parcela (t)		
Rendimiento	Float	Rendimiento de la parcela (t/ha)		

Tabla 18. Atributos mínimos para registrar los consumos de agua mensuales por parcela de cultivo

Nombre de la entidad	CONSUMO_AGUA_MES			
Descripción	Consumo de agua mensual para cada parcela de cultivo			
Tipo de entidad	Cuadro			
Campo	Tipo	Descripción	Dominio	Entidades asociadas
id_Parcels	Text	Identificador único de la parcela	Campo Id_Parcels PARCELAS (cuadro 17)	PARCELAS (cuadro 17)
Mes	Text	Mes		
Consumo	Float	Consumo de agua de la parcela para el mes en consideración (l/s)		

Tabla 19. Atributos mínimos para registrar los consumos de agua decadales por parcela de cultivo

Nombre de la entidad	CONSUMO_AGUA_DEC			
Descripción	Consumo de agua decadal para cada parcela de cultivo			
Tipo de entidad	Cuadro			
Campo	Tipo	Descripción	Dominio	Entidades asociadas
id_Parcela	Text	Identificador único de la parcela	Campo Id_Parcela PARCELAS (cuadro 17)	PARCELAS (cuadro 17)
Década	Text	Década		
Consumo	Float	Consumo de agua de la parcela para la década en consideración (l/s)		

Tabla 20. Atributos mínimos para registrar los consumos de agua anuales por parcela de cultivo

Nombre de la entidad	CONSUMO_AGUA_AÑO			
Descripción	Consumo de agua anual para cada parcela de cultivo			
Tipo de entidad	Cuadro			
Campo	Tipo	Descripción	Dominio	Entidades asociadas
id_Parcela	Text	Identificador único de la parcela	Campo Id_Parcela PARCELAS (cuadro 17)	PARCELAS (cuadro 17)
Año	Text	Año		
Consumo	Float	Consumo de agua de la parcela para el año en consideración (l/s)		

• Metadatos de información geográfica

Todos los elementos geográficos obtenidos, ya sean en formato vectorial o ráster, deben incluir un archivo .xml que almacene los metadatos correspondientes. Se debe registrar, al menos, el conjunto mínimo de metadatos (núcleo, o core) obligatorio establecido en la norma ISO 19115, siguiendo las especificaciones allí indicadas y el esquema de implementación XML descrito en la norma ISO 19139. Estos metadatos pueden ser complementados por el ejecutor del proyecto o ajustados en el momento en que el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural defina un estándar de metadatos.

2.12.2.8 Diseño de las parcelas demostrativas

Se diseñarán los mecanismos que permitan a los productores disponer de programas demostrativos y capacitación en las explotaciones propuestas en el

plan agropecuario, a través de parcelas demostrativas, que durante un tiempo determinado estén en condiciones de comprobar los planes propuestos y hacer las recomendaciones y los ajustes convenientes para lograr el uso eficiente de los suelos, de la tecnología y del mercado, con resultados favorables para los productores del proyecto y la economía de la región. Se definirán los aspectos generales presentados a continuación.

- **Ubicación:**

Se deberá proponer la ubicación de las parcelas demostrativas, tomando en cuenta sitios que tengan las condiciones agroclimáticas más representativas del área del proyecto, que dispongan de agua suficiente y oportuna, y en caso contrario, que antes de iniciarse la construcción del proyecto se construyan las obras necesarias que aseguren el suministro adecuado del agua.

- **Tiempo estimado de duración del programa:**

Tomando en cuenta los cultivos y las explotaciones pecuarias del plan agropecuario, el organismo ejecutor deberá prever la duración de los programas que cubran los cultivos permanentes, semipermanentes y transitorios, así como las explotaciones pecuarias, hasta la etapa de pleno desarrollo, de tal manera que durante su ejecución se tengan los suficientes elementos de juicio para hacer las recomendaciones y los ajustes técnicos.

- **Acciones para la implementación de las parcelas demostrativas**

- o **Administración de la granja demostrativa:** Se deberá proponer el mecanismo para la administración de las parcelas indicando las relaciones, los compromisos, los deberes y los derechos de las partes involucradas en esta actividad.

Deberá especificarse el tiempo de duración de la relación por establecer, el uso que se les dará a los predios, los derechos de propiedad de los bienes que se adquieran para el desarrollo de las parcelas demostrativas, su funcionamiento y las responsabilidades de cada una de las partes.

- o Estudios básicos: se deberán proponer los estudios necesarios para el desarrollo de las parcelas de una forma técnica y eficiente, como lo son topografía, suelos y agua para riego, entre otros.
- o Diseño y planificación



- **Selección de explotaciones:**

Se propondrá el diseño de parcelas comerciales que incluyan los diferentes cultivos y las explotaciones incluidas en el plan agropecuario, como resultado de la información sobre precios y mercados para los potenciales productos agropecuarios.

- **Plan agropecuario de las parcelas demostrativas:**

El plan propondrá el desarrollo de los cultivos de acuerdo con las variedades y las características determinadas en los estudios agrológicos y de mercadeo, así como los ajustes a lo largo del ciclo vegetativo, considerando las diferentes etapas y las tecnologías propuestas, incluyendo la poscosecha y la comercialización del producto.

- **Sistemas de riego dentro de la granja piloto:**

Se debe prever el montaje de los diferentes sistemas de riego contemplados en los estudios de ingeniería para las explotaciones propuestas.

- **Equipo y herramientas:**

Se deberán prever los requerimientos de equipos de labranza de acuerdo con las tecnologías propias de cada explotación, así como las necesidades de equipos de cómputo para la sistematización de la información obtenida.

- **Otras instalaciones:**

Se debe prever la necesidad de mejoras o de construcción de nuevas instalaciones de apoyo para el desarrollo del programa propuesto, como instalaciones para labores de selección, clasificación y empaque de productos.

- o **Organización y dirección:** Se formulará y se implementará el modelo de administración que contemple el diseño institucional, y se señalarán los objetivos, las actividades por desarrollar y las políticas productivas, el diseño de la estructura administrativa que contenga el esquema de organización estructural con descripción de cargos y el apoyo logístico para su normal funcionamiento y, finalmente, el diseño de normas y los procedimientos que permita la elaboración de un manual operativo para el manejo de la granja demostrativa.
- o **Recomendaciones sobre el financiamiento:** Se propondrá la forma como



se financiarán las inversiones, los costos preoperativos, los gastos de funcionamiento y la manera de aplicar los ingresos recibidos por la venta de productos.

- o **Resultados esperados:** Al tener las parcelas un normal funcionamiento productivo, los productores dispondrán de un programa de capacitación y transferencia de tecnología.

2.12.2.9 Adquisición de zonas para las obras

Se deberán elaborar planos detallados de los terrenos que serán adquiridos para la construcción, la operación y el mantenimiento de las obras o de los terrenos en los cuales deben obtenerse servidumbres por motivos de utilidad pública, indicando el beneficiario, el área por adquirir o para obtener servidumbre, las construcciones y las mejoras existentes y los avalúos para su adquisición o para la cancelación del derecho de servidumbre.



Esta información deberá ser suficientemente clara para adelantar los trámites de adquisición de tierras u obtención de servidumbres o el pago de mejoras, con el formato y los requisitos utilizados por el IGAC. Los avalúos, tanto para las zonas por adquirir en cada predio, de acuerdo con los diseños y los planos de cada obra como de las zonas sobrantes, al descontar del predio global la zona por comprar, se realizarán bien sea a través del IGAC o de personas naturales o jurídicas, contratadas para tal fin, de acuerdo con lo estipulado en el Decreto 2150 de 1995.

Toda la información catastral (gráfica y alfanumérica) relacionada con el estudio deberá trabajarse y ser presentada a través de un sistema de información geográfico compatible en su estructura con el del organismo ejecutor.

Al efecto, se deben adelantar las siguientes acciones:

- **Estudios técnicos, prediales y jurídico-catastrales:**

- o Investigar y recopilar toda la información requerida por el organismo ejecutor, y llevar a cabo el estudio jurídico de cada uno de los predios, para establecer la tipología del ocupante (beneficiario, poseedor mejoratario o tenedor). Lo anterior se hará para la adquisición, la constitución de servidumbres, las ocupaciones temporales o la negociación de los predios necesarios para la construcción de las obras extraprediales.
- o Elaborar los planos de registro y la ficha predial de cada uno de los predios y para los estudios de títulos, así como los planos de declaratoria de utilidad pública correspondientes, para lo cual deberán adelantarse las siguientes actividades y entregarse la información relacionada con los siguientes aspectos prediales: localización, identificación, elaboración de plano de registro de cada uno de los predios afectados por las obras, de acuerdo con los requerimientos especificados, para entregar el plano con el área afectada por el proyecto, complementado con el área restante del predio debidamente localizado, y establecer la viabilidad de adquisición total del inmueble cuando su afectación sea superior al 70 %, incluyendo en el área de compra las áreas mínimas aisladas que por la configuración del trazado resulten improductivas para los beneficiarios o los poseedores del predio. Igualmente, se debe incluir en todos los casos la señalización de las servidumbres o las construcciones, independientemente de que estén o no en la franja de afectación.
- o Elaborar las fichas prediales y los formatos de estudios de los títulos diligenciados, acompañados de la documentación soporte para todos y cada uno de los predios afectados por las obras, de acuerdo con los formatos y los requerimientos del organismo ejecutor, incluyendo, entre otros, la información



correspondiente a ubicación, nombre del beneficiario, el poseedor tenedor o el mejoratario, cédula de ciudadanía, número de cédula catastral, número de escritura pública, certificado de libertad y tradición, linderos, área total del predio, área construida, área afectada por las obras, otras afectaciones, tipo de uso del predio, tipo de tenencia y número de personas que lo habitan.

- o Elaborar los planos con la franja de afectación de las obras, la cual debe estar identificada mediante coordenadas amarradas al sistema IGAC. En todos los planos debe detallarse cada uno de los predios afectados por las obras, y discriminarlos de acuerdo con el tipo de negociación requerida, tal como adquisición total o parcial (en el caso de compras parciales, deberá alinderarse el área o áreas sobrantes según sea el caso), compra de mejoras, servidumbre, ocupación temporal, etc.
- o Elaborar los planos para la declaratoria de utilidad pública de la franja de afectación total de las obras, con coordenadas amarradas al sistema IGAC, de acuerdo con los requerimientos y los formatos del organismo ejecutor.
- o Donde sea aplicable, indicar el área afectada por las obras que esté incluida dentro de la ronda.
- o Materializar la zona de afectación utilizando mojones de concreto con placa de bronce, los cuales deberán ser presentados en los respectivos planos prediales, con las correspondientes coordenadas.

• **Diagnóstico jurídico-catastral:**

Se adelantará el diagnóstico jurídico-catastral de los predios que serán afectados con las obras, la cual es una de las fases importantes dentro del estudio, pues se trata de relacionar el objeto (predio) con el sujeto (beneficiario, poseedor o tenedor), información que debe obtenerse lo más completa posible, toda vez que será insumo para el estudio de títulos y la posterior adquisición de los predios o las mejoras, según como sea el caso.

• **Estudios de títulos o diagnóstico jurídico:**

El diagnóstico jurídico, o estudio de títulos, es un documento entregado por predio; contiene información jurídica, correspondiente a los inmuebles que serán objeto de adquisición, con estudio de la tradición a 20 años, efectuando un análisis de anotación por anotación del folio de matrícula inmobiliaria, con las recomendaciones pertinentes al saneamiento de la titulación o a la respectiva viabilidad de adquisición, de cara a la mayor favorabilidad para la entidad. Se realizan, como mínimo, las siguientes actividades:

- o El estudio de títulos deberá llevarse a cabo con base en un folio de matrícula inmobiliaria de fecha de expedición no superior a tres meses y con las escrituras públicas a 20 años o con los documentos jurídicos que acrediten la tradición, los derechos reales, los gravámenes o los procesos judiciales registrados en los certificados de libertad y tradición de cada uno de los predios.
- o Cuando se trate de posesiones, se debe indagar en los folios de matrícula, anotación por anotación y en los respectivos títulos de adquisición, hasta establecer quién es el beneficiario o los posibles beneficiarios de dichos inmuebles, con el objeto de entrar a negociar terrenos con los beneficiarios, o las mejoras, con los poseedores.
- o Coordinación y trámite de las gestiones ante las oficinas correspondientes, para la actualización de los documentos que deben aportarse para el estudio de títulos. Igualmente, prestar apoyo a los poseedores beneficiarios o los tenedores frente a las autoridades pertinentes a la clarificación de los derechos que tengan sobre los predios que el organismo executor adquirirá; asimismo, apoyarlos en las gestiones ante la oficina de Registro para efectuar las correcciones que se requieran en los folios de matrícula inmobiliaria.
- o Investigación y estudio de los antecedentes de los predios objeto de adquisición, ante las autoridades de Catastro y de Planeación, así como solicitud y obtención de las certificaciones de cabida y linderos para los predios que presenten diferencias en áreas.

Con el fin de tener la información que permita hacer el estudio jurídico de cada predio, se deben recoger los siguientes documentos:

- o Copia simple de la escritura pública, o del título de adquisición (sentencia, resolución de adjudicación, etc.).
- o Certificado de tradición y libertad del predio con vigencia no mayor a tres meses.
- o Copia de la cédula de ciudadanía o del NIT del beneficiario, el poseedor, el tenedor o el mejoratario, si fuere posible.
- o Boletín catastral.
- o Certificado de uso de suelo.
- o Tratándose de poseedores, mejoratarios o tenedores, se debe aportar la documentación de soporte que acredite tal calidad (documento de compraventa de la posesión o mejoras, contratos de arrendamiento o declaraciones extrajudicio que acrediten la posesión o la calidad de mejoratario).

Con base en la información obtenida, se presentará un diagnóstico del tipo de tenencia y situación jurídica actual de los beneficiarios de los predios afectados por el proyecto, para realizar un diagnóstico y estudio de títulos de cada predio afectado.

• Informe técnico:

El informe técnico deberá contener:

- o Relación de predios afectados: Incluye el número de registro topográfico, la dirección del predio, el nombre y el teléfono del beneficiario, el resumen de áreas libres y afectadas, el área de levantamiento y el área de títulos. Cuando exista diferencia significativa de áreas, se deberá aportar la certificación de cabida y linderos o, como mínimo, la solicitud ante Catastro o la resolución de actualización de área ante la misma entidad.
- o Plano de levantamiento general o tira topográfica: Una copia en papel de seguridad y una copia en papel bond; todos, en tinta de color, y copia en medio digital.
- o Registro topográfico: Para cada predio se entregará este producto, a escalas 1:200, 1:500 o 1:1000, dependiendo del tamaño del predio. Además, llevará un cuadro con los datos de longitudes de los linderos y el área, según el levantamiento y la escritura pública.
- o Ficha predial: Se entregará este producto con la totalidad de los datos requeridos y según el formato utilizado por el organismo ejecutor. A efectos de identificación de los predios, se utilizará el código del sector catastral.

• Informe jurídico:

El informe jurídico deberá contener:

- o Relación de predios afectados.
- o Copia del registro topográfico individual.
- o Fotografías del predio.
- o Copia de cédula de ciudadanía del beneficiario, poseedor, tenedor o mejoratario, si fuere posible.
- o Certificado de tradición y libertad.
- o Copia simple de escrituras públicas, o del título de adquisición (sentencia resolución de adjudicación, etc.).
- o Certificado de uso de suelo.
- o Cuando se trate de poseedores, mejoratarios o tenedores, declaración soporte que acredite tal calidad (documento de compraventa de la posesión o mejoras, contratos de arrendamiento o declaraciones extrajuicio, que acrediten la posesión o calidad de mejoratario).
- o Boletín catastral.
- o Archivo digital de las fotografías, si se utiliza cámara digital.

- **Avalúos comerciales corporativos de cada uno de los predios afectados por el proyecto:**

A fin de iniciar el proceso de compra de los predios afectados por la obra, se hace necesario el avalúo de las áreas de los terrenos, o las mejoras o las servidumbres que se deben adquirir o constituir para la ejecución del proyecto, para lo cual deben hacerse todas las gestiones necesarias, a fin de obtener los avalúos comerciales corporativos solicitados ante la entidad competente y facultada legalmente, y los cuales deben contener la siguiente información:

- o Dirección del predio.
- o Tipo de negociación (adquisición, constitución de servidumbre o compra de mejoras).
- o Matrícula inmobiliaria.
- o Área de terreno afectada, en m².
- o Área construida afectada, en m² (si la hubiese).
- o Valor por m² y valor total del avalúo solicitado (estos avalúos se solicitarán de acuerdo con el marco establecido por el Decreto 1420 de 1998).
- o Valor de las mejoras en las áreas afectadas.

2.12.2.10 Presupuesto de las obras

Con base en los diseños detallados, se preparará el presupuesto de las obras, para lo que deberán establecerse los distintos elementos constitutivos de las obras civiles (mano de obra y materiales) y del suministro y la instalación de los equipos, con las desagregaciones necesarias, de manera que se abarquen todos los componentes del proyecto. Se cuantificarán las cantidades involucradas, con el objeto de elaborar las listas de cantidades y precios para ejecutar las obras, y de estimar los costos de los equipos electromecánicos asociados a ellas y su montaje.

Las partes constitutivas del proyecto se determinarán con base en las características técnicas definidas en el diseño de las obras y los equipos, buscando, además, facilitar el control durante la ejecución de los trabajos. A los ítems de construcción adoptados de acuerdo con la desagregación descrita se les asignarán precios unitarios, que tendrán en cuenta las condiciones socioeconómicas locales, la existencia de infraestructura vial y de servicios, la capacidad de los posibles contratistas, la disponibilidad de equipos de construcción y de mano especializada o no, la ubicación de los materiales de construcción y los correspondientes precios actualizados vigentes en el sitio de las obras. Para los equipos que requieren diseño y fabricación especiales, la evaluación de precios se basará en información de

fabricantes y en las últimas licitaciones que presenten un nivel tecnológico similar al del proyecto.

Debe haber una desagregación de todos los equipos necesarios, con el máximo detalle que sea posible, para evaluar los costos FOB, los fletes y los seguros internacionales, los gastos portuarios y aduaneros, y los impuestos de nacionalización, IVA, de transportes terrestres, de montaje, de supervisión de este y de pruebas de funcionamiento. Se debe disponer del detalle suficiente que permita hacer precisiones en cuanto al porcentaje de imprevistos que deba utilizarse tanto para obras civiles como para equipos, de acuerdo con el grado de certeza que pueda llegar a tenerse de las cantidades de cada componente de obra. Los imprevistos deberán ser del orden del 10 % del costo directo para la obra civil, y del 8 %, para los equipos.

El valor de la interventoría técnica y administrativa se calculará sobre el costo directo más los imprevistos, en un porcentaje que dependerá de la magnitud, la complejidad técnica y la ubicación del proyecto.

El presupuesto también debe presentarse clasificado en obras principales de uso público, obras principales de uso privado, obras secundarias y obras prediales. Con el diseño detallado se deberá producir un anexo que contenga, como mínimo, lo descrito a continuación:

- El detalle de todas las consideraciones hechas con base en las cuales se determinaron los precios unitarios de la obra civil, junto con la información que sirvió de fuente y la remitida por fabricantes o proveedores de insumos específicos.
- En el caso de equipos mayores, toda la información sobre las especificaciones técnicas y los costos de los diferentes componentes de estos, remitida por los fabricantes, los transportadores, los instaladores, las entidades aduaneras y portuarias, etc.
- El detalle de la determinación de todas las cantidades de obra civil involucrada en el proyecto, con base en las cuales se elaboró el presupuesto.
- El detalle suficiente sobre las cantidades de insumos (mano de obra, materiales y equipos) por utilizar en las distintas obras civiles, con una clara diferenciación de sus fuentes
- Los presupuestos de todas las alternativas planteadas durante la ejecución de los diseños.



2.12.2.11 Programación de las obras e inversiones

Tomando en cuenta el tipo de obras y su complejidad, el monto de las inversiones, el plan agropecuario, la capacidad de manejo de contratos del organismo ejecutor y la programación del desarrollo del proyecto por etapas, se preparará la programación de las obras e inversiones del mismo. En todos los casos se utilizará el método de la ruta crítica (CPM) con las actividades en los nodos y las interrelaciones entre actividades expresadas mediante precedencias parciales.

Con base en lo anterior, se elaborará el correspondiente diagrama de barras, en el cual deben colocarse todas las actividades en sus comienzos tempranos, así como indicar la duración de cada una de ellas, señalar su holgura y mostrar claramente la ruta crítica mediante la indicación de la interrelación entre las actividades que la conforman. De acuerdo con la programación elaborada, se definirá la fecha de ocurrencia de todos los eventos que se consideren clave debido a sus implicaciones sobre la programación total del proyecto, y los cuales deberán ser objeto de control especial.

Cada componente de las obras del proyecto deberá tener un plan de ejecución que esté enmarcado en la programación global para la realización de estas y que sea consistente con la disponibilidad de recursos. Se buscará que la utilización de la mano de obra y de los equipos no presente picos innecesarios, sino una razonable distribución en el tiempo. Los rendimientos respectivos se definirán a partir de un método constructivo asociado a una asignación de equipos y mano de obra que consulte las condiciones locales. Los rendimientos que se adopten se confrontarán previamente con los obtenidos en obras de características semejantes.

En la programación de la ejecución de obra se buscará aprovechar al máximo los materiales resultantes de la construcción que cumplan con las normas de calidad exigidas, como el caso de volúmenes de tierra excavados en un canal que fueran utilizados para conformar sus bermas, pues se reduciría la necesidad de acudir a áreas de préstamo, se eliminarían los sobreacarreos y podrían disminuirse los desperdicios y los almacenamientos transitorios.

2.12.2.12 Manual de administración operación y mantenimiento

Se debe preparar un manual que defina la administración, la operación y el mantenimiento del proyecto. En la parte administrativa, deberán definirse los procesos de contabilidad, tesorería, presupuesto, almacén, personal y nómina.



Para la operación, se tomará como base el plan de operación definido en la selección de la alternativa recomendada y adoptado para el diseño. Se prepararán los instructivos para la operación de cada estructura o cada grupo de estructuras, de sus elementos de control y de los equipos que forman parte del proyecto, y un manual de operación y mantenimiento del conjunto de las obras, de acuerdo con la zonificación prevista.

En todo caso, se debe buscar que el mantenimiento sea preventivo, para evitar el deterioro de los componentes del proyecto y asegurar su adecuado funcionamiento en cualquier circunstancia. Es necesario incluir los requisitos de maquinaria y equipos, indicar las horas de operación y los costos para las actividades que se van a desarrollar, así como los requisitos de combustibles, lubricantes, repuestos y tiempos estimados de reposición. El manual debe incorporar el reglamento interno de trabajo y de higiene, los programas de seguridad industrial y salud ocupacional, al igual que de bienestar y capacitación.



2.12.3 Aspectos ambientales

Si bien en los estudios desarrollados en prefactibilidad o en la selección de alternativa recomendada se cuenta con información en cuanto a la definición de la autoridad ambiental competente sujeta al área por desarrollar, inicialmente se considera necesario verificar lo establecido en el Decreto 1076 de 2015 o el que lo sustituya, o lo modifique o lo derogue, y en el que se imparten las directrices mostradas en la tabla 21.

Tabla 21. Competencias sobre licencias ambientales

Artículo	Numeral
Artículo 2.2.2.3.2.2. Competencia de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA)	9. La construcción y operación de proyectos de riego o de drenaje con coberturas superiores a 20.000 hectáreas.
	15. Los proyectos que requieran trasvase de una cuenca a otra cuando al menos una de las dos presentes un valor igual o superior a 2 metros cúbicos/segundo, durante los periodos de mínimo caudal.
Artículo 2.2.2.3.2.3. Competencia de las Corporaciones Autónomas Regionales	17. La construcción y operación de proyectos de riego o drenaje para áreas mayores o iguales a 5000 hectáreas e inferiores o iguales a 20.000 hectáreas.
	18. Los proyectos que requieran trasvase de una cuenca a otra cuando al menos una de las dos presentes un valor igual o inferior a 2 metros cúbicos/segundo durante los periodos de mínimo caudal.

A continuación, se establecen los lineamientos para proyectos ≥ 5.000 ha, dado que en estos casos se precisan la elaboración y la presentación de un estudio de impacto ambiental. El estudio de impacto ambiental (EIA) es el instrumento básico para la toma de decisiones sobre los proyectos que requieren licencia ambiental; será exigido por la autoridad ambiental competente en todos los casos en que, de acuerdo con la ley, se requiera.

En cuanto con el contenido y la profundidad de las temáticas por desarrollar en el EIA, se citan dos documentos que a la fecha existen sobre el tema en particular:

- **Guía ambiental para la construcción y operación de proyectos de adecuación de tierras, proyectos de riego y/o drenaje** (INAT, 2003).
- **Términos de referencia sector de infraestructura. Estudio de impacto ambiental, construcción y operación de proyectos de riego y/o drenaje con coberturas superiores a 20.000 hectáreas.** (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2006)

Se advierte que la autoridad ambiental puede imponer términos de referencia específicos para el proyecto de ADT por desarrollar, mediante la adaptación de la guía o los términos generales a las particularidades de la actividad que se va a desarrollar; los mencionados documentos son tan solo una herramienta que facilita y orienta el proceso de elaboración del estudio de impacto ambiental, pero que, a su vez, debe contener todos los elementos necesarios para que la autoridad ambiental competente tome las decisiones respectivas. A continuación, se enuncia el contenido de temas que debe incorporar un estudio de impacto ambiental, tomado de la guía del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), con algunos ajustes de numerales. Es importante resaltar que el desarrollo y la preparación del EIA involucran la participación de un equipo multidisciplinario de profesionales en diversas áreas, como la recopilación y la consulta de información secundaria actualizada, y la toma y el registro de información primaria de manera relevante.

Resumen ejecutivo

- **Generalidades:**

- Introducción.
- Objetivos.
- Antecedentes.
- Alcances.
- Metodología.

- **Descripción del proyecto:**

- Localización.
- Características de la etapa de construcción.
- Características de la etapa de administración, operación y mantenimiento.
- Características de la etapa de desmantelamiento, abandono y restauración.

- **Caracterización del área de influencia del proyecto:**

- Áreas de influencia:
 - Área de influencia directa (AID).
 - Área de influencia indirecta (AII).
- Medio abiótico:
 - Geología.
 - Geomorfología.
 - Suelos.
 - Hidrología.

Calidad del agua.
Usos del agua.
Hidrogeología.
Geotecnia.
Atmósfera (clima, calidad de aire, ruido).
Paisaje.

c. Medio biótico:

Ecosistemas terrestres.
Ecosistemas acuáticos.

d. Medio socioeconómico:

Lineamientos de participación.
Dimensión demográfica.
Dimensión espacial.
Dimensión económica.
Dimensión cultural.
Aspectos arqueológicos.
Dimensión político-organizativa.
Tendencias del desarrollo.
Información sobre población por reasentar (si aplica).

e. Zonificación ambiental del AID:

- Demanda, uso, aprovechamiento o afectación de los recursos naturales renovables:
 - a. Aguas superficiales.
 - b. Aguas subterráneas.
 - c. Vertimientos.
 - d. Ocupación de cauces.
 - e. Materiales de construcción.
 - f. Aprovechamiento forestal.
 - g. Emisiones atmosféricas.
 - h. Residuos sólidos.
 - i. Otros permisos o autorizaciones (levantamiento de veda, sustracción o rezonificación, etc.).

- Evaluación ambiental:
 - a. Identificación y evaluación de impactos ambientales:
Sin proyecto.



Con proyecto.

– Zonificación de manejo ambiental del proyecto:

– Plan de manejo ambiental:

a. Etapa de construcción.

Si bien se considera la presentación por componente (abiótico, biótico y medio socioeconómico), se recomienda el planteamiento de fichas ambientales de una manera secuencial e integral con el desarrollo de las labores de construcción, a fin de que el contratista constructor (y sus subcontratistas) tengan una mayor comprensión y un mayor entendimiento del PMA y, por ende, puedan dar cumplimiento efectivo a las medidas de mitigación formuladas en el PMA

– Plan de contingencia:

a. Análisis de riesgos (vulnerabilidad ambiental del área de influencia directa: susceptibilidad a inundaciones, vulnerabilidad hídrica, análisis de ecosistemas estratégicos y especies sensibles).

b. Plan de contingencia.

– Plan de abandono y restauración final.

– Plan de compensación por pérdida de biodiversidad.

– Plan de inversiones forzosas.

– Anexos:

a. El consultor debe obtener los permisos previos necesarios para adelantar investigaciones en campo u otros procesos necesarios: autorización de intervenciones sobre el patrimonio arqueológico y permiso de estudio con fines de investigación científica en diversidad biológica. Igualmente, deberá solicitar a la dirección de consulta previa del Ministerio del Interior el trámite de certificación, con el objetivo de establecer si en el área de interés del proyecto se registran o no comunidades étnicas sobre las cuales deba garantizarse el derecho fundamental a la consulta previa, entre otros.

b. Normatividad de referencia: en el anexo A se listan los aspectos que podrían estar relacionados con proyectos de ADT. No obstante, el consultor debe atender las actualizaciones, las modificaciones y las nuevas normas que puedan aplicar al proyecto en el diseño.

Para los proyectos de mediana escala (> 500 ha y < 5.000 ha), los cuales no son objeto de licenciamiento ambiental, deberán adelantarse los estudios que se relacionan a continuación.



Plan de Manejo Ambiental

Tomando en cuenta que el Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015, “Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible”, establece la exigibilidad de licencia ambiental y, por lo tanto, la elaboración de un EIA para la construcción y la operación de distritos de riego o de drenaje solo para proyectos con áreas ≥ 5.000 ha, los proyectos de irrigación de mediana escala (> 500 ha y < 5.000 ha) no requieren la elaboración de un EIA. No obstante lo anterior, y en aras de que la ejecución de las obras requeridas para el proyecto y la posterior operación del distrito propendan por la conservación del medio ambiente, se debe formular un PMA, con el fin de prevenir, mitigar, corregir o compensar los efectos negativos que como consecuencia de la ejecución de los trabajos de construcción y operación del distrito se puedan ocasionar.

Dicho plan de manejo debe formularse en la etapa de construcción, tomando en cuenta los programas establecidos en el Capítulo 25 “Implementación de medidas de manejo ambiental”, del documento Especificaciones técnicas generales para proyectos y distritos de adecuación de tierras, de la Agencia de Desarrollo Rural, complementándolo de acuerdo con las características específicas del proyecto y determinando las cantidades de obra y precios unitarios que permitan determinar el costo de la implementación de dicho plan. Asimismo, se establecerá el cronograma del PMA discriminando las diferentes etapas del proyecto y en concordancia con las actividades de dicho plan.

El PMA para la etapa de construcción estará contenido en los siguientes programas:

1. Instalación y manejo de campamentos.
2. Señalización, manejo de tráfico y aislamiento de frentes de obra.
3. Manejo de movimientos de tierra.
4. Manejo de fuentes de materiales de construcción, obras de concreto y uso de materiales de construcción.
5. Manejo de residuos sólidos.
6. Manejo de residuos líquidos domésticos.
7. Manejo de aguas superficiales.
8. Manejo de aguas residuales, aceites y combustibles.
9. Control en movilización y operación de equipo y maquinaria.
10. Selección e inventario del estado físico de vías empleadas para el proyecto.
11. Manejo y control de calidad del aire.
12. Manejo y control de aguas y construcción de estructuras hidráulicas.



13. Disposición final de sobrantes.
14. Desmantelamiento y limpieza general de obras.
15. Manejo de remoción de cobertura vegetal y descapote.
16. Protección de fauna.
17. Reforestación y compensación forestal.
18. Estrategias de contratación de personal.
19. Información y divulgación del proyecto.
20. Educación y capacitación ambiental a trabajadores.
21. Capacitación a usuarios.
22. Levantamiento de actas de vecindad.
23. Seguridad industrial y salud ocupacional.



Adicionalmente, se debe formular el plan de contingencias para la construcción de las obras, en concordancia con el análisis de riesgos que se adelante y el plan de monitoreo y seguimiento para las medidas de manejo ambiental, que incluya, como mínimo, lo siguiente:

1. Monitoreo y seguimiento al manejo y la disposición de residuos sólidos.
2. Monitoreo y seguimiento a la señalización y el aislamiento de frentes de obra.
3. Manejo de cobertura vegetal por remover-tala.
4. Monitoreo y seguimiento al manejo de movimientos de tierra y la reutilización de materiales.
5. Monitoreo y seguimiento a la disposición final de sobrantes.
6. Monitoreo y seguimiento a programas de reforestación.
7. Monitoreo y seguimiento de contratación de mano de obra.
8. Monitoreo y seguimiento de información y divulgación del proyecto-taller.
9. Monitoreo y seguimiento de educación y capacitación ambiental a trabajadores.
10. Monitoreo y seguimiento de capacitación a usuarios del distrito de riego.
11. Monitoreo y seguimiento al programa de seguridad industrial y salud ocupacional.

216

Para la etapa de operación, el consultor deberá formular el plan de manejo ambiental y seguimiento y monitoreo, que estará a cargo del administrador del distrito y contenido, como mínimo en los siguientes programas:

1. Seguimiento a la calidad del agua para riego.
2. Programa de mantenimiento del distrito de ADT.
3. Programa de manejo y control de la producción agropecuaria.
4. Plan de acompañamiento.

Demandas de recursos naturales del proyecto

Con base en la información del estudio de factibilidad y diseños detallados, debe prepararse un documento que incluya la información requerida para tramitar la concesión de aguas y los permisos que sean necesarios para la construcción y la operación del proyecto, teniendo en cuenta los requerimientos de la autoridad ambiental competente. No obstante, y considerando las características de cada proyecto se deberá presentar la información correspondiente a:

- Permiso de ocupación de cauces.
- Concesión de aguas (superficiales o subterráneas).
- Permiso de exploración de aguas subterráneas.

- Permiso de aprovechamiento forestal único.
- Autorización para explotación de material de arrastre.

Identificación y priorización de áreas estratégicas

De conformidad con el párrafo único del artículo 111 de la Ley 99 de 1993 (modificada por el artículo 210 de la Ley 1450 de 2011), se debe tener en cuenta que los proyectos de construcción de distritos de riego deben dedicar un porcentaje no inferior al 1 % del valor de la obra a la adquisición de áreas estratégicas para la conservación de los recursos hídricos que los surten de agua. Dentro del proceso de identificación de las mencionadas áreas, el consultor debe desarrollar la definición del área de estudio.

A tal efecto, a través de un proceso de concertación con la autoridad ambiental competente, definirá el área de la microcuenca abastecedora del distrito de riego, que será objeto de estudio, para determinar las zonas que serán adquiridas en cumplimiento de lo establecido en el párrafo del artículo 11 de Ley 99 de 1993. Lo anterior debe quedar soportado mediante la suscripción del acta respectiva.

Por otra parte, cuando la fuente abastecedora está siendo utilizada también para surtir acueductos, el consultor indagará acerca de las inversiones destinadas a la adquisición de áreas de interés para acueductos municipales, que los municipios deben realizar en cumplimiento del artículo 111 de la Ley 99 de 1993, las cuales corresponden al 1 % de sus ingresos durante quince años, con el fin de que las áreas por adquirir sean incorporadas a las zonas definidas por los municipios como de conservación. Igualmente, se deben tener en cuenta las zonas declaradas como de protección, conservación y sensibilidad ambiental por los municipios dentro de los POT.

En la selección de los predios se debe tener en cuenta lo establecido en el Decreto 953 de 2013, por el cual se reglamenta el artículo 111 de la Ley 99 de 1993, modificado por el artículo 210 de la Ley 1450 de 2011.

El informe debe contener, como mínimo, lo siguiente:

1. Introducción.
2. Marco normativo: leyes, decretos, normas de carácter regional o local; en este punto se debe incluir lo relacionado con el análisis de lo establecido en los POT en materia de protección y conservación de zonas de protección y sensibilidad ambiental, al igual que la relacionado con la destinación del 1 % del valor de



los ingresos del municipio a la adquisición de áreas de interés para acueductos municipales.

3. Metodología: debe incluir el recuento de la revisión bibliográfica realizada y de las entidades consultadas.
4. Análisis de las condiciones físicas, bióticas y socioeconómicas de la microcuenca.
5. Concertación con la autoridad ambiental de las áreas de especial atención en la microcuenca.
6. Zonificación y selección de áreas estratégicas.
7. Predios para adquisición.
 - 7.1 Censo de predios analizados.
 - 7.2 Selección de predios para adquisición.
 - 7.3 Análisis jurídico catastral de los predios.
 - 7.4 Priorización de predios.
 - 7.5 Relación y valor de los predios por adquirir.
 - 7.6 Anexos:
 - Plano de Localización general de la microcuenca de abastecimiento.
 - Acta de concertación con la autoridad ambiental.
 - Plano de localización de las áreas estratégicas seleccionadas en la microcuenca.
 - Estudio de los títulos de los predios por adquirir.

2.12.4 Planeación

2.12.4.1 Plan de organización y capacitación de los beneficiarios o futuros usuarios

Terminada la factibilidad, la asociación debe estar constituida, así como la resolución que le otorga la personería jurídica, por parte de la autoridad competente.

• Plan de acompañamiento para la organización:

La aplicación de las metodologías para la organización comunitaria tiene como objetivo primordial construir el sentido colectivo desde la participación de los futuros usuarios del DAT buscando la generación de capital social como la participación colectiva de los beneficiarios.

El plan de acompañamiento se debe construir y concertar con la participación de la junta directiva y del comité técnico de la Asociación de Usuarios del Distrito. Dicho plan se estructura para los diferentes actores o representantes del proyecto de ADT (junta directiva y los beneficiarios o delegados de zona, según como sea el caso).

El plan debe tener tres fases:

- Definición de objetivos, metas y estrategias, cronograma y presupuesto para la organización y la participación.
- Implementación.
- Seguimiento y evaluación del proceso de organización.

Para este plan de organización, se debe disponer, consultar e incluir toda la normatividad relacionada del subsector de ADT, así como desarrollar habilidades de participación en los futuros usuarios, de gestión social y colectiva; la ejecución está a cargo del organismo ejecutor o la entidad que este delegue con tal fin, en coordinación con la junta directiva de la asociación del futuro DAT.

Es necesario convocar y comprometer otras entidades de los órdenes nacional y regional, para que contribuyan al desarrollo del plan. Asimismo, se debe comenzar la gestión para afiliarse a la Federación Nacional de Usuarios de Distritos de Adecuación de Tierras (Federriego).

- **Plan de acompañamiento para la capacitación de los beneficiarios o futuros usuarios:**

La capacitación en todos los niveles de la organización es necesaria, y debería ser obligatoria para que los proyectos tengan mayores posibilidades de formar empresa.

El plan debe tener tres fases:

- Definición de los objetivos, las metas y las estrategias, así como del cronograma y el presupuesto para la capacitación.
- Implementación.
- Seguimiento y evaluación del proceso de capacitación.

Es importante:

- Definir proyectos productivos con los profesionales del área agrícola, en concordancia con el plan de desarrollo del municipio donde se encuentra el proyecto.
- Capacitar a los futuros usuarios en aspectos de desarrollo empresarial, operación, conservación y mantenimiento del futuro proyecto, mercadeo, comercialización y sustentabilidad ambiental.
- Promover la participación, de acuerdo con los intereses de los productores; involucrar diferentes métodos y técnicas de aprendizaje, de acuerdo con las capacidades de los agricultores o las comunidades étnicas beneficiarias del plan de acción territorial (PAT). Todos los planes deben comprender la inclusión de



la mujer y de la población en condiciones de vulnerabilidad, asegurar que los futuros beneficiarios asuman el próximo proyecto para mejorar la calidad de vida y propender por la seguridad alimentaria. Las estrategias y las metodologías de capacitación deben ser acordes a las posibilidades culturales y a los niveles de educación de los beneficiarios, y garantizar las condiciones de apropiación de conocimiento.

2.12.4.2 Plan de organización del proyecto

El plan de organización del proyecto establecido para la selección de alternativa recomendada deberá ser revisado y ajustado conforme a los resultados de los diseños detallados que se hayan hecho, en cada uno de los aspectos contemplados en dicho plan; es decir, en lo que se refiere a lo siguiente: organización general; organización para la ejecución de las obras; organización y costos para la administración, la operación y el mantenimiento del proyecto; tarifas de riego y drenaje; organización y costos del programa de capacitación a los usuarios; otros servicios de apoyo; requerimientos financieros, y recuperación de inversiones.

2.12.5 Evaluación del proyecto

En caso de que los costos totales del proyecto a nivel de diseños detallados superen en el 15% a los costos estimados en los análisis hechos para la selección de la alternativa recomendada, el consultor deberá realizar una nueva evaluación económica del proyecto y de las fincas tipo, con el alcance especificado utilizado en el proceso de selección de la mejor alternativa, con el fin de ratificar la viabilidad económica y financiera del proyecto; asimismo, deberá suscribirse una nueva acta de compromiso.

Si, por el contrario, no existe la necesidad de evaluar el proyecto luego de los análisis realizados con base en los diseños, se revisarán y se analizarán los análisis de sensibilidad en este aspecto, calculados para la selección de la alternativa recomendada, y se actualizará, según el diseño definitivo, la evaluación financiera de las fincas tipo. Para lo anterior, deberán determinarse e interpretarse los indicadores correspondientes a capacidad de pago o capacidad financiera de los beneficiarios potenciales del riego, los requerimientos mínimos de incentivos, o subsidio, y los requerimientos de créditos de mediano y largo plazo y de corto plazo, y el valor presente neto del beneficio neto incremental, con o sin incentivo o subsidio.

Igualmente, deberá suscribirse una nueva acta de compromiso.



2.12.6 Definición de indicadores de estado y creación de base de datos dinámica

Se deben definir y cuantificar los indicadores económicos del estado de la situación sin el distrito, crear una base de datos dinámica y sistematizar la información, de modo que sea compatible con la base de datos dispuesta por la ADR, para el almacenamiento y el procesamiento de la información, así como con el Sistema de Información para la Planificación Rural Agropecuaria (SIPRA).

Como actividad paralela a la elaboración y la prueba de la base de datos, deberá capacitarse a representantes de la asociación de usuarios sobre el modo de incorporación y digitalización de la base de datos; también, unificar criterios y parámetros, para garantizar la calidad de la información capturada o digitada, y de los resultados por generar.

Este proceso debe incluir la revisión detallada de la información por digitar, constatando su veracidad y haciendo las correcciones o las complementaciones que sean del caso, así como la generación de tablas de salida (resultados), de acuerdo con los requerimientos de la ADR.

La sistematización debe formar parte del sistema de información de ADT y, entre otros logros, permitir a la ADR generar los siguientes resultados:

- Establecer las áreas con riego (por departamento, por municipio, por distrito, etc.).
- Pronosticar los volúmenes de producción (por productos, por departamento, por municipio, por distrito, etc.).
- Establecer los requerimientos de créditos para la producción, la agroindustria y la comercialización (por departamento, por municipio, por distrito, etc.).
- Establecer los requerimientos de asistencia técnica y acompañamiento (por departamento, por municipio, por distrito, etc.).
- Realizar el análisis de precios.
- Establecer los requerimientos de apoyo para la comercialización (por departamento, por municipio, por distrito, etc.).
- Realizar la planificación de la producción (planes de siembras por departamento, por municipio, por distrito, etc.).

2.12.7 Requerimientos financieros de los beneficiarios

Se requiere calcular los requerimientos financieros anuales de los beneficiarios potenciales del distrito para las inversiones: del distrito, de infraestructura productiva



y de comercialización, maquinaria y equipos, implantación de cultivos de tardío rendimiento, explotaciones ganaderas de largo plazo, capital de trabajo, sufragar los costos de producción de los cultivos temporales y anuales, y el sostenimiento de cultivos de tardío rendimiento y explotaciones pecuarias. Estos deberán también incluir los costos relacionados con la operación y el mantenimiento de beneficiaderos e infraestructura y equipos para la comercialización y el análisis de la capacidad económica para hacer las inversiones prediales.

2.12.8 Tarifas de riego y drenaje

Se revisará, se actualizará y se analizará el sistema tarifario adecuado para el proyecto, con el fin de cubrir los costos totales de administración, operación y mantenimiento

2.12.9 Recuperación de inversiones

De acuerdo con la legislación que se encuentre vigente al preparar los diseños detallados, se efectuará una liquidación actualizada de los montos que estarán a cargo de los productores beneficiados con el proyecto por concepto de recuperación de las inversiones por realizarse, y de la forma de pago correspondiente, a fin de informar de tal liquidación a los productores mencionados. La información producto del cálculo de recuperación de inversiones debe ser consecuente con la información de los numerales 2.12.4.5 y 2.12.4.6 a evaluación del proyecto.

El estimativo del costo de las obras que les corresponderá pagar a los beneficiarios dentro del proyecto se realizará clasificándolos en pequeños, medianos y grandes, tomando en cuenta los subsidios a que tienen derecho, de acuerdo con la legislación vigente.

El costo de las obras se repartirá entre la superficie que se beneficia con ellas. A tal efecto, será necesario determinar la zona de influencia de cada componente de obra (riego, drenaje y protección contra inundaciones), estimar el costo total actualizado de cada uno de ellos, definir el área que dentro de la zona de influencia recibe separadamente el beneficio de tales obras y obtener el costo por hectárea que le corresponde por cada componente de obra.

Para estimar el valor de la recuperación de inversiones que deberá pagar un predio determinado, con ayuda de los planos catastrales se ubicará este dentro de la zona de influencia de las obras y se definirá el área del predio que recibe por separado el beneficio de cada componente de dichas obras. El área (por capas) así



obtenida se multiplicará por el respectivo costo unitario de cada componente de obras, cuya sumatoria será el valor total que debería pagar ese predio. Este valor disminuirá al aplicar los porcentajes definidos por el consejo directivo de la ADR, por el concepto de subsidios o incentivos, según las condiciones socioeconómicas de cada beneficiario en particular y la normatividad vigente. El valor resultante representará la contribución de este al costo total del proyecto.

Se precisará la cuantía del aporte a la recuperación de las inversiones por área y por predio de cada beneficiario, congruente eso con los resultados del estudio correspondiente a las obras de adecuación predial (listado de predios y beneficiarios del riego).



2.12.10 Pliegos de condiciones para la construcción

De acuerdo con la programación de las obras e inversiones, se decidirá, conjuntamente con el organismo ejecutor, sobre la desagregación del proyecto en distintas contrataciones, según como sea conveniente.

Deberán elaborarse las especificaciones técnicas particulares, los planos, los formularios de precios y toda la información técnica requerida en los pliegos de condiciones para la contratación de las obras civiles y el suministro y la instalación de los equipos, tomando en cuenta las experiencias obtenidas en proyectos similares. Lo anterior se presentará de forma suficientemente completa, para así facilitarles a los posibles oferentes la preparación de sus propuestas, de tal manera que se ajusten a los requerimientos del proyecto. Las especificaciones deberán hacerse a partir de memorias de diseño aprobadas por la interventoría, e irán acompañadas del programa de control de calidad correspondiente.

Formarán parte de los pliegos de condiciones para la construcción las especificaciones técnicas particulares en el componente ambiental, derivadas de la formulación del plan de manejo ambiental, etapa de construcción, con el fin de garantizar su cumplimiento por parte del futuro contratista constructor.

2.12.11 Firma del acta de compromiso

Esta acta tiene mérito ejecutivo, por lo cual la responsabilidad de hacer las reuniones de socialización de los resultados de los diseños y la posterior suscripción de las actas y los pagarés recae directamente en el organismo ejecutor público. Deberá ser firmada por cada uno de los beneficiarios, individuales o colectivos.

En este documento se precisa la cuantía del aporte a la recuperación de las inversiones por área y por predio, y se exige la firma de un pagaré o un documento equivalente de cada beneficiario, para iniciar la construcción del proyecto; su cumplimiento por cada una de las partes podrá ser exigido por la vía coactiva.

El acta de compromiso se gestiona y se firma entre el organismo ejecutor y los beneficiarios. Su contenido es el siguiente:

- La aceptación de los diseños y la continuación del proceso de construcción del proyecto.
- Los aspectos legales y las normas.
- La realización de las obras por parte del organismo ejecutor y el compromiso de pagarlas por parte de los beneficiarios del DAT.



- El establecimiento de los costos del DAT y las cuotas por beneficiario, así como la forma de pago.
- Las garantías por parte de los beneficiarios.

2.12.12 Informe de diseño

Los resultados de los estudios y los diseños se deberán presentar, en un informe de diseño, al organismo ejecutor público y a la asociación de usuarios. Dicho informe deberá acompañarse con un informe ejecutivo, el cual será un resumen de los principales aspectos técnicos, sociales, ambientales y económicos del proyecto, de manera que se pueda tener una idea clara y sucinta de los aspectos más importantes del mismo.

A continuación, se presenta una guía general para la presentación del informe de diseño, el cual debe cumplir con lo establecido en este manual y en la *Guía para la etapa de preinversión en proyectos de adecuación de tierras* (Forero, et al., 2018).

Capítulo 1. Introducción

- Origen de la iniciativa.
- Actividades previas realizadas, y estudio de factibilidad.
- Entidades y organismos que participan en el proyecto.
- Forma, plazos y condiciones en los que se preparó el diseño.

Capítulo 2. Aspectos sociales y organizacionales

- Participación comunitaria.
- Plan de gestión social.
- Estructuración administrativa.
- Afectación predial.
- Ordenamiento social de la propiedad.

Capítulo 3. Gestión integral

- Gestión para las cadenas productivas.
- Desarrollo empresarial.

Capítulo 4. Diseños hidráulicos, geotécnicos, estructurales y electromecánicos

- **Presas y embalses:**
 - o Presa.
 - o Vertedero de excesos.
 - o Obras complementarias.





- **Obras de captación:**
 - o Presa derivadora.
 - o Obras de encauzamiento.
 - o Bocatoma.
 - o Aducción.

- **Estaciones de bombeo:**
 - o Equipos de bombeo.
 - o Casa de bombas.
 - o Sistema de protección.
 - o Suministro de energía.
 - o Succión y descarga.
 - o Centro de control de motores y tableros.
 - o Subestaciones eléctricas.
 - o Automatización, control y telemetría.

- **Desarenador:**
 - o Tipo de desarenador.
 - o Lavado de los sedimentos retenidos.
 - o Estructuras de control-número de cámaras.

- **Sistema de riego:**
 - o Canales principales, secundarios y terciarios.
 - o Revestimientos.
 - o Vías de O&M.
 - o Tuberías.
 - o Estructuras de los canales.
 - o Descoles.

- **Sistema de drenaje:**
 - o Drenajes principales, secundarios y terciarios.
 - o Vías de O&M.
 - o Subdrenaje.
 - o Estructuras de los canales.
 - o Descarga a drenajes naturales.

- **Protección contra inundaciones:**
 - o Diques.
 - o Vías de O&M.

- o Obras de protección.
- o Protección de márgenes.
- o Obras de drenaje.
- o Carreteables de O&M.

- **Vías del proyecto:**

- o Diseño geométrico.
- o Obras de drenaje longitudinal y transversal.

Capítulo 5. Estudio de impacto ambiental

- Resumen ejecutivo.
- Generalidades.
- Descripción del proyecto.
- Caracterización del área de influencia del proyecto.
- Demanda, uso, aprovechamiento o afectación de los recursos.
- Evaluación ambiental.
- Zonificación de manejo ambiental del proyecto.
- Plan de manejo ambiental.
- Programa de seguimiento y monitoreo del proyecto.
- Plan de contingencia.
- Plan de abandono y restauración final.
- Plan de compensación por pérdida de biodiversidad.
- Plan de inversiones forzosas.
- Anexos.

Capítulo 6. Presupuesto y programación de obra

- Análisis de precios unitarios.
- Estimación detallada de cantidades de obras.
- Presupuesto detallado de construcción de obras, adquisición de predios y servidumbres, suministro, instalación de equipos, pruebas y puesta en marcha.
- Programa detallado de construcción y suministro e instalación de equipos.

Capítulo 7. Documentos para la contratación de las obras

- Términos de referencia.
- Información del proyecto.
- Especificaciones técnicas.
- Planos de licitación.
- Información complementaria.



Capítulo 8. Adquisiciones y servidumbres

- Fichas prediales con detalle; cuantificación de la afectación.
- Información complementaria del predio.
- Planos detallados de las zonas estratégicas por adquirir.

Capítulo 9. Manual de operación y mantenimiento

Capítulo 10. Evaluación económica y financiera

- Evaluación económica del proyecto.
- Evaluación financiera a nivel de fincas tipo.
- Indicadores de estado.
- Tarifas de operación.
- Recuperación de la inversión.

