



MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

RESOLUCIÓN NÚMERO 000 132 DE 2021

"Por la cual se adopta el Manual de Normas Técnicas para sistemas de riego y drenaje a nivel predial"

EL MINISTRO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

En ejercicio de sus facultades constitucionales y legales, en particular las conferidas por el artículo 208 de la Constitución Política, el numeral 3 del artículo 59 de la Ley 489 de 1998, el numeral 4 del artículo 3 del Decreto 1985 de 2013, el artículo 256 de la Ley 1955 de 2019, y

CONSIDERANDO

Que el artículo 64 de la Constitución Política dispone que el Estado debe *"promover el acceso progresivo a la propiedad de la tierra de los trabajadores agrarios, en forma individual o asociativa, y a los servicios de educación, salud, vivienda, seguridad social, recreación, crédito, comunicaciones, comercialización de los productos, asistencia técnica y empresarial, con el fin de mejorar el ingreso y calidad de vida de los campesinos"*.

Que el artículo 65 de *ibidem* consagra que *"la producción de alimentos gozará de la especial protección del Estado. Para tal efecto, se otorgará prioridad al desarrollo integral de las actividades agrícolas, pecuarias, pesqueras, forestales y agroindustriales, así como también la construcción de obras de infraestructura física y adecuación de tierras"*.

Que el artículo 208 de la Constitución Política dispone que los ministros son los jefes de la administración en su respectiva dependencia y que les corresponde, bajo la dirección del presidente de la República, formular las políticas atinentes a su despacho, dirigir la actividad administrativa y ejecutar la ley.

Que el numeral 3 del artículo 59 de la Ley 489 de 1998, señala que corresponde a los ministerios, sin perjuicio de lo dispuesto en sus actos de creación o en leyes especiales, *"Cumplir las funciones y atender los servicios que les están asignados y dictar, en desarrollo de la ley y de los decretos respectivos las normas necesarias para tal efecto"*.

Que el numeral 4 del artículo 3 del Decreto 1895 de 2013, consagra que el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, tiene como una de sus funciones *"Formular, coordinar, adoptar y hacer seguimiento a la política de desarrollo rural con enfoque*

Continuación de la Resolución: *"Por la cual se adopta el Manual de Normas Técnicas para sistemas de riego y drenaje a nivel predial"*

territorial, en lo relacionado con el ordenamiento social de la propiedad rural y uso productivo del suelo, capacidades productivas y generación de ingresos, y gestión de bienes públicos rurales".

Que el numeral 22 del referido artículo, dispone que el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, además de las funciones señaladas en el artículo 59 de la Ley 489 de 1998, cumplirá, entre otras, *"Las demás que le sean asignadas y que correspondan a la naturaleza de sus objetivos."*

Que mediante el Decreto Ley 2364 del 2015 se creó la Agencia de Desarrollo Rural -ADR, con el objeto *"ejecutar la política de desarrollo agropecuario y rural con enfoque territorial formulada por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, a través de la estructuración, cofinanciación y ejecución de planes y proyectos integrales de desarrollo agropecuario y rural nacionales y de iniciativa territorial o asociativa, así como fortalecer la gestión del desarrollo agropecuario y rural y contribuir a mejorar las condiciones de vida de los pobladores rurales y la competitividad del país".*

Que el Consejo Nacional de Política Económica y Social formuló el documento CONPES 3926 de 2018, en el cual estableció la Política de Adecuación de Tierras 2018 – 2038. En dicho instrumento, se menciona la adecuación de tierras como un medio para mejorar la productividad agropecuaria y la calidad de vida de los pobladores rurales, basado en procesos de planificación de ordenamiento productivo y social de la propiedad rural, mediante la articulación de los instrumentos de ordenamiento territorial y ambiental, así como la prestación de servicios de soporte para la productividad agropecuaria.

Que en la Línea de acción 3.6 del documento CONPES 3926 de 2018 se dispone que el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, con el apoyo de la Unidad de Planificación de Tierras Rurales, Adecuación de Tierras y Usos Agropecuarios -UPRA y la Agencia de Desarrollo Rural -ADR, definirán un plan de ampliación de cobertura en áreas priorizadas, por medio de distritos de adecuación de tierras y establecimiento de sistemas de riego completo a nivel predial, en al menos 500.000 nuevas hectáreas.

Que el artículo 256 de la Ley 1955 de 2019, por la cual se expidió el Plan Nacional de desarrollo 2018-2022 *"Pacto por Colombia, pacto por la equidad"*, modificó el artículo 3 de la Ley 41 de 1993 y definió que el servicio público de adecuación de tierras *"comprende la construcción de obras de infraestructura destinadas a dotar a un área determinada con riego, drenaje o protección contra inundaciones, reposición de maquinaria; así como las actividades complementarias de este servicio para mejorar la productividad agropecuaria"*

Que el Consejo Directivo de la Agencia de Desarrollo Rural-ADR, en calidad de órgano directivo, en atención a lo dispuesto en el artículo 9 del Decreto Ley 2364 de 2015, mediante los Acuerdos 010 de 2019 y 004 de 24 de agosto de 2020 estableció el Reglamento para la Estructuración, Aprobación y Ejecución de los Proyectos Integrales de Desarrollo Agropecuario y Rural con Enfoque Territorial, a través del cual se definió los lineamientos y parámetros que orientan la cofinanciación de los Proyectos Integrales de Desarrollo Agropecuario y Rural-PIDAR en las etapas de inscripción de perfiles, diagnóstico, estructuración, evaluación y calificación, aprobación, ejecución y seguimiento y control.

Continuación de la Resolución: "Por la cual se adopta el Manual de Normas Técnicas para sistemas de riego y drenaje a nivel predial"

Que el numeral 4.4.3 del Acuerdo 004 de 2020, consagra que "En el caso de Distritos de Adecuación de Tierras y en los sistemas de riego y/o drenaje a nivel predial, los estudios y diseños deben cumplir con las especificaciones y alcance previstos en los Manuales de Requisitos Técnicos expedidos por la autoridad competente, los cuales deben tener previa aprobación por parte del MADR, de acuerdo con lo establecido en el numeral 7 del Artículo 20 del Decreto 2364 de 2015 y el numeral 2 del Artículo 13 del Decreto 1985 de 2013".

Que la Agencia de Desarrollo Rural-ADR, con el fin de dar cumplimiento a lo señalado anteriormente, formuló el Manual de Normas Técnicas para Sistemas de Riego y Drenaje a Nivel Predial, teniendo en cuenta que este documento servirá como guía técnica para la elaboración de los estudios y diseños de los proyectos, cuyo componente de Adecuación de Tierras se trate del establecimiento de sistemas de riego y drenaje a nivel predial en el marco del proceso de estructuración de Proyectos Integrales de Desarrollo Agropecuario y Rural –PIDAR.

El presente manual podrá servir como guía para desarrollar los proyectos de adecuación de tierras, con recursos propios de los entes territoriales o de alguna entidad financiera.

En todo caso, todos los proyectos de sistemas de riego y drenaje a nivel predial, que aspiren a cofinanciación con recursos del Presupuesto General de la Nación deberán acogerse a las condiciones técnicas establecidas en el presente Manual."

Que la Justificación Técnica expedida por la Dirección de Ordenamiento Social de la Propiedad Rural y Uso Productivo del Suelo, remitida mediante Memorando No. 20214200035243 del 29 de abril de 2021, señala, entre otros aspectos que:

- El mencionado Plan Nacional de Riego y Drenaje para la Economía Campesina Familiar y Comunitaria, establece dentro de sus objetivos e indicadores aumentar la superficie (Hectáreas) irrigadas mediante soluciones individuales de riego y distrito de pequeña escala mediante proyectos de adecuación intrapredial en municipios PDET y NO PDET y nuevos distritos de riego de pequeña escala en municipios PDET y NO PDET que incluyan la adecuación intrapredial.
- El Manual de Normas técnicas para sistemas de riego y drenaje a nivel predial se constituye en una necesidad para normalizar el desarrollo de los procesos tendientes a ejecutar el componente de adecuación de tierras intrapredial en el marco de los proyectos PIDAR y demás instrumentos de política en materia de adecuación de tierras con riego y drenaje a nivel predial.

Que de conformidad con lo anterior, resulta necesario adoptar el Manual de Normas Técnicas para sistemas de riego y drenaje a nivel predial, como un instrumento técnico para la elaboración de estudios y diseños de los proyectos de adecuación de tierras que se desarrollan en el marco del proceso de estructuración de Proyectos Integrales de desarrollo Agropecuario y Rural- PIDAR.

En mérito de lo expuesto,

Continuación de la Resolución: "Por la cual se adopta el Manual de Normas Técnicas para sistemas de riego y drenaje a nivel predial"

RESUELVE

Artículo 1. Adóptese el Manual de Normas Técnicas para Sistemas de Riego y Drenaje a Nivel Predial, de conformidad con los elementos técnicos, administrativos y presupuestales, contenidos en el anexo técnico que hace parte integral de la presente Resolución.

Artículo 2. El Manual de Normas Técnicas para Sistemas de Riego y Drenaje a Nivel Predial, servirá como guía técnica para la elaboración de los estudios y diseños de los proyectos, cuyo componente de Adecuación de Tierras, se trate del establecimiento de sistemas de riego y drenaje a nivel predial en el marco del proceso de estructuración de Proyectos Integrales de Desarrollo Agropecuario y Rural –PIDAR, con recursos propios de los entes territoriales o de alguna entidad financiera.

Parágrafo: Los proyectos de sistemas de riego y drenaje a nivel predial, que aspiren a cofinanciación con recursos del Presupuesto General de la Nación deberán acogerse a las condiciones técnicas establecidas en el presente Manual

Artículo 3. Corresponderá a la Agencia de Desarrollo Rural –ADR, o quien haga sus veces, realizar el seguimiento y garantizar el debido cumplimiento de lo dispuesto en el Manual de Normas Técnicas para Sistemas de Riego y Drenaje a Nivel Predial.

Artículo 4. La presente Resolución rige a partir de su expedición.

PUBLÍQUESE Y CÚMPLASE

Dada en Bogotá, D.C., a los

21 MAYO 2021

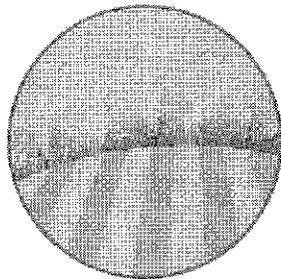


RODOLFO ZEA NAVARRO
MINISTRO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

Elaboró: Sindy Tatiana Garcia Pinilla – Dirección de Ordenamiento Social de la Propiedad y Uso Productivo del Suelo
María Stella Albornoz Miranda – Dirección de Ordenamiento Social de la Propiedad y Uso Productivo del Suelo
Rosa Cristina Salazar Casallas – Dirección de Ordenamiento Social de la Propiedad y Uso Productivo del Suelo

Revisó: Wilber Jairo Vallejo-Director de Ordenamiento Social de la Propiedad y Uso Productivo del Suelo
Miguel Ángel Aguiar Delgadillo.- Jefe Oficina Asesora Jurídica

Aprobó: Juan Camilo Restrepo-Viceministro de Desarrollo Rural



ADR

Agencia de Desarrollo Rural
¡Cosechando progreso!

VICEPRESIDENCIA DE INTEGRACIÓN PRODUCTIVA

DIRECCIÓN DE ADECUACIÓN DE TIERRAS
DIRECCIÓN DE ACCESO A ACTIVOS PRODUCTIVOS

MANUAL DE NORMAS TÉCNICAS PARA SISTEMAS
DE RIEGO Y DRENAJE A NIVEL PREDIAL

BOGOTÁ D.C., NOVIEMBRE DE 2020

CONTENIDO

ANTECEDENTES Y PRESENTACIÓN.....	4
1 DEFINICIONES.....	6
2 TIPOS DE SOLUCIONES INDIVIDUALES COFINANCIABLES.....	8
3 NORMAS TÉCNICAS.....	10
3.1 ESTUDIOS BÁSICOS.....	11
3.1.1 Información catastral.....	11
3.1.2 Verificación de la situación ambiental de los predios.....	11
3.1.3 Análisis edafológicos.....	12
3.1.4 Climatología.....	13
3.1.5 Hidrología.....	15
3.1.5.1 Suministro de agua desde cauce superficial.....	15
3.1.5.2 Suministro de agua desde reservorio.....	17
3.1.5.3 Suministro de agua desde pozo.....	18
3.1.5.4 Análisis hidrológico para obras de drenaje.....	20
3.1.5.5 Análisis Hidrológico para obras de protección contra inundaciones.....	20
3.1.6 Sedimentología.....	20
3.1.7 Calidad del agua.....	21
3.1.8 Mercadeo.....	21
3.1.9 Plan de desarrollo agropecuario.....	21
3.1.10 Demandas de agua para riego y/o requerimientos de drenaje.....	22
3.1.11 Topografía.....	24
3.1.12 Geotecnia.....	26
3.2 DISEÑO DETALLADO DE LAS OBRAS.....	26
3.2.1 Obras de captación.....	27
3.2.1.1 Captación desde cauce superficial.....	27
3.2.1.2 Captación desde reservorio.....	27
3.2.1.3 Captación con estaciones de bombeo o equipos de bombeo fijo o móvil.....	28
3.2.1.4 Suministro desde pozo.....	29
3.2.2 Redes de conducción.....	29
3.2.3 Sistemas de drenaje.....	30
3.2.4 Obras de protección contra inundaciones.....	30
3.2.5 Obras de adecuación predial.....	30
3.2.5.1 Aspersión, micro aspersión y goteo.....	31
3.2.5.2 Riego por gravedad.....	32
3.2.5.3 Sistema de drenaje a nivel predial.....	32
3.2.6 Otras obras constitutivas del proyecto.....	32
3.2.7 Materiales de construcción.....	33
3.2.8 Presupuesto de las obras.....	33
3.2.9 Evaluación del proyecto.....	33
3.2.10 Especificaciones técnicas de construcción.....	34
3.2.11 Manual de operación y mantenimiento.....	34
3.2.12 Informe de diseño detallado de las obras.....	34
4 CUMPLIMIENTO DE REQUISITOS AMBIENTALES.....	36

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Información climatológica	13
Tabla 3.2 Precipitación decadal en la zona del proyecto	14
Tabla 3.3 Caudales decadales sitio de captación	16
Tabla 3.4 Balance hídrico del almacenamiento	18
Tabla 3.5 Dimensionamiento del almacenamiento	18
Tabla 3.6 Análisis de precipitación máxima	20
Tabla 3.7 Análisis de frecuencia de precipitación para drenaje	20
Tabla 3.8 Cálculo de demandas de agua para riego.....	23
Tabla 3.9 Balance de oferta – demanda hídrica del proyecto	23
Tabla 3.10 Características hidráulicas, tubería de riego	29
Tabla 3.11 Características hidráulicas, canales de riego	30



ANTECEDENTES Y PRESENTACIÓN

El acuerdo 010 de 2019 adopta el Reglamento para la Estructuración, Aprobación y Ejecución de los Proyectos Integrales de Desarrollo Agropecuario y Rural con Enfoque Territorial, este reglamento define los lineamientos y parámetros que orientan la cofinanciación de los Proyectos Integrales de Desarrollo Agropecuario y Rural-PIDAR en las etapas de inscripción de perfiles, diagnóstico, estructuración, evaluación y calificación, aprobación, ejecución y seguimiento y control, el cual fue modificado por el Acuerdo 004 de 24 de agosto de 2020.

Los PIDAR deben contemplar siempre 4 componentes: Asistencia Técnica, Acceso a Activos Productivos, Adecuación de Tierras y Comercialización. Lo anterior, con el propósito de garantizar una intervención integral que permita el incremento de las capacidades organizacionales, técnicas, productivas y comerciales de los potenciales beneficiarios.

De otra parte, dentro de los instrumentos de planificación del sector agropecuario, se cuenta con el "Plan Nacional de Riego para la Economía Campesina Familiar y Comunitaria-PNRDECFC", elaborado en conjunto por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria – UPRA y la Agencia de Desarrollo Rural -ADR, el cual tiene como objetivo el incrementar la productividad agropecuaria y promover el desarrollo rural integral en las zonas con economía campesina, familiar y comunitaria garantizando el acceso al agua, a través del aprovisionamiento de infraestructura de riego, drenaje y control de inundaciones.

Para ello, el PNRECFC, busca incrementar la oferta de proyectos alternativos de riego intrapredial; aumentar la superficie de irrigación a través de distritos de pequeña escala; realizar acciones para su rehabilitación, conservación y mantenimiento, tomando como eje integrador la asociatividad en materia de adecuación de tierras, que promuevan la gestión integral y eficiente del recurso hídrico, brindando herramientas e infraestructura que aportan a la mitigación de los efectos negativos del cambio climático, en el cual, se establece lo siguiente:

*"[...] La estrategia para la financiación y estructuración de proyectos de sistemas individuales de riego será principalmente a través de los recursos del Presupuesto General de la Nación, dispuestos vía Sistema General de Regalías y Proyectos Integrales de Desarrollo Agropecuario y Rural –PIDAR. Estos últimos vinculados a la provisión de esquemas de comercialización y extensionismo agropecuario, y tendrán que garantizar el cumplimiento del **Manual de Especificaciones Técnicas de Sistemas de Riego Completos a Nivel Predial** expedido por el MADR. [...]"*

El mencionado Plan Nacional de Riego y Drenaje para la Economía Campesina Familiar y Comunitaria, establece dentro de sus objetivos e indicadores aumentar la superficie (Hectáreas) irrigadas mediante soluciones individuales de riego y distritos de pequeña escala mediante proyectos de adecuación intrapredial en municipios PDET y NO PDET y nuevos distritos de riego de pequeña escala en municipios PDET y NO PDET que incluyan la adecuación intrapredial.

Dado lo anterior, se elabora el presente Manual, teniendo en cuenta que este documento



servirá como guía técnica para la elaboración de los estudios y diseños de los proyectos, cuyo componente de Adecuación de Tierras se trate del establecimiento de sistemas de riego y drenaje a nivel predial en el marco del proceso de estructuración de Proyectos Integrales de Desarrollo Agropecuario y Rural –PIDAR.

El presente manual podrá servir como guía para desarrollar los proyectos de adecuación de tierras, con recursos propios de los entes territoriales o de alguna entidad financiera.

En todo caso, todos los proyectos de sistemas de riego y drenaje a nivel predial, que aspiren a cofinanciación con recursos del Presupuesto General de la Nación deberán acogerse a las condiciones técnicas establecidas en el presente Manual.



1 DEFINICIONES

Para efectos del alcance del presente Manual, se tendrán en cuenta las siguientes definiciones:

Concesión de aguas para riego (Decreto 1076 de 2015, título 7): Título mediante el cual la Autoridad Ambiental confiere a una persona natural o jurídica el derecho de uso o aprovechamiento de las aguas para proyectos que contemplen el componente de riego.

Control y Automatización de riego: Se basa en la sustitución del control manual en las operaciones de los sistemas de riego, por sistemas automatizados, con el fin de disminuir mano de obra y mejorar variables como productividad, eficiencia y ahorro de energía conservando el recurso hídrico y los insumos usados en cada caso.

Estudios Básicos: Se agrupan con esta denominación los trabajos que deben realizarse para definir las características del Área del Proyecto y de las cuencas hidrográficas con influencia sobre ésta, a fin de contar con los elementos de juicio necesarios en aspectos técnicos, económicos y sociales en la comparación de las alternativas y en la selección de la solución definitiva.

Estructuración del proyecto: Conjunto ordenado de actividades mediante las cuales se procede a realizar los análisis y estudios tanto técnicos, como jurídicos, ambientales, financieros, sociales de un Proyecto, con el fin de determinar su viabilidad y sostenibilidad; así como su integralidad en el marco del desarrollo agropecuario y rural con enfoque territorial.

Estructuras de conducción y distribución desde la fuente de suministro de agua y hasta el área a regar: Son las que permiten el transporte del agua, desde las obras de captación hasta la zona de riego (Área a intervenir con el sistema) y su distribución. Pueden ser conductos cerrados que funcionen a flujo libre o presión o canales abiertos de menor tamaño, de ser estrictamente necesarios de acuerdo al riego previsto.

Estructuras, equipos y accesorios de drenaje predial: Son los que se construyen para evacuar los excesos de agua superficial y subsuperficial, para controlar los niveles freáticos que permitan el manejo eficiente de la producción agropecuaria a nivel de predio que puedan ser implementadas a través de tubería perforada enterrada, canal abierto en tierra, o galerías rellenas con material permeable, también se pueden contemplar equipos de bombeo y estructuras de descarga. En algunos casos se contempla una conexión con una red de canales terciarios y/o secundarios existentes, que servirán para conducir los excesos a la red principal de drenaje (Caños, quebradas y ríos), pueden ser de tipo superficial o subsuperficial.

Estructuras, equipos y accesorios de riego predial: Son las que permiten aplicar directamente el agua a los cultivos ubicados en el predio. El sistema puede ser por gravedad o presurizado.

Estructuras de protección contra inundaciones: Son aquellas que se construyen como parte del riego y/o drenaje predial para proteger el cultivo a regar en un predio específico

por ser susceptible a inundaciones, las estructuras tienen que estar vinculadas directamente a la protección agropecuaria específicamente propuesta en el proyecto correspondiente.

Marco Lógico: Herramienta analítica para la estructuración y planificación de proyectos para facilitar el proceso de diseño, ejecución y evaluación del proyecto.

Modelo Técnico Financiero: Instrumento de programación financiera del proyecto, de acuerdo con los componentes técnicos definidos en el Marco Lógico.

Obras de suministro de agua: Son las que se construyen en la fuente de abastecimiento, destinadas a derivar el agua para el suministro del área a regar. Para el suministro de agua se pueden contemplar, entre otras: Captaciones superficiales (presas derivadoras, bocatomas laterales, tomas de fondo, estaciones de bombeo o equipos fijos o móviles de bombeo) y reservorios (Se incluyen jagüey, pequeñas lagunas o lagos o embalses, etc.), los reservorios pueden ser de tipo individual o compartido, para la captación de cosecha de agua lluvia (Se incluyen estructuras de cosecha, cubiertas, almacenamiento, etc.), se incluye el sistema de suministro de energía necesario para la operación.

Permisos de Ocupación de Cauces: Es el permiso permanente o transitorio que otorga la Autoridad Ambiental - CAR para la ocupación del cauce de una corriente o depósito de agua con la construcción de obras.¹

Proyectos Integrales de Desarrollo Agropecuario y Rural con Enfoque Territorial – PIDAR: Aquellas iniciativas que contemplan actividades limitadas en el tiempo, que utilizan parcialmente recursos públicos, con el fin de crear, ampliar, mejorar o recuperar la capacidad de producción o de provisión de bienes o servicios por parte del estado en el sector rural, enfocadas a incentivar la generación de ingresos o excedentes de producción, para contribuir a mejorar las condiciones de vida de los pobladores rurales y la competitividad del país.

Sistemas de riego y drenaje a nivel predial: Se refiere a la construcción de un conjunto de estructuras, equipos y accesorios que hacen posible que una determinada área de un predio pueda ser cultivada mediante el suministro y aplicación del recurso hídrico requerido por las plantas, así como la evacuación del exceso de agua y la protección contra inundaciones de ser necesario. Dentro de los componentes se encuentran: b-i) Estructuras de suministro de agua; b-ii) Estructuras de conducción y distribución desde la fuente de suministro de agua y hasta el área a regar; b-iii) Estructuras, equipos y accesorios de riego y drenajes predial destinados a facilitar la aplicación del agua a la planta o la evacuación de su exceso.

¹ Artículo 2.2.3.2.19.6. del Decreto 1076 de 2015



2 TIPOS DE SOLUCIONES INDIVIDUALES COFINANCIABLES

Este documento contiene las normas técnicas que se deben tener en cuenta para desarrollar soluciones de sistemas de riego y/o drenaje a nivel predial. Estas normas técnicas se deben aplicar a las iniciativas que se encuentren en la fase de Estructuración del Proyectos Integrales de Desarrollo Agropecuario y Rural con Enfoque Territorial – PIDAR en la Agencia de Desarrollo Rural- ADR².

Dentro del reglamento adoptado por el Acuerdo 010 de 2019, modificado por el Acuerdo 004 de 2020, a través del componente de Adecuación de Tierras, en su literal b) el PIDAR puede incluir:

- i. Estructuras de suministro y almacenamiento de agua
- ii. Sistemas de conducción, distribución, aplicación y automatización desde la fuente de suministro de agua y hasta el área a regar, incluyendo los sistemas de energía para el funcionamiento y energías alternativas.
- iii. Estructuras, equipos y accesorios de riego o drenaje predial destinados a facilitar la aplicación del agua a la planta o la evacuación de su exceso, así como la automatización y mejoras de eficiencia de la aplicación;
- iv. Estructuras de protección contra inundaciones.

No se podrá cofinanciar de forma independiente el componente (i) sin contemplar los componentes (ii) y (iii).

Si hay varios beneficiarios del proyecto cuyos predios sean colindantes o se encuentren relativamente cercanos, se puede contemplar una sola captación y conducción que sea común a varios beneficiarios, con el fin de optimizar los costos y los estudios básicos requeridos.

Los sistemas de riego y drenaje a nivel predial o soluciones alternativas de adecuación de tierras, deben ser provistos en los predios de los beneficiarios propuestos por la organización que presentó el perfil de proyecto según lo dispuesto en el reglamento PIDAR acreditando la calidad de propietario o poseedor, cumpliendo con las condiciones de uso y tratamiento del suelo, de conformidad con el instrumento de planificación municipal y presentando los puntos de georreferenciación de los predios objeto de intervención, cumpliendo también con lo establecido en el objetivo general y alcance del PIDAR y en los componentes técnicos y ambientales que están definidos en el Marco Lógico.

NOTA 1: El proponente deberá garantizar el cumplimiento a la reglamentación establecida para captación y vertimiento de agua definidos por la Autoridad Ambiental competente, presentando los permisos ambientales a que dé lugar el proyecto.

NOTA 2: Se debe tener en cuenta que, para este tipo de soluciones, el acuerdo 004 de 2020 en los requisitos jurídicos establece que se debe acreditar la calidad de propietario, poseedor o tenedor de los predios a ser beneficiados con el PIDAR, sin embargo, se debe tener en

² Las soluciones alternativas de riego no se encuentran dentro del marco de la ley 41 de 1993, por lo cual no se constituyen como distritos de adecuación de tierras.



cuenta que cuando se trate de predios en tenencia, la cofinanciación no podrá destinarse a la construcción de obras de infraestructura física. No obstante, la cofinanciación podrá destinarse a la adecuación de la infraestructura existente en el predio, sin superar el treinta por ciento (30%) de los recursos que se otorgan como cofinanciación por parte de la ADR.



3 NORMAS TÉCNICAS

En este capítulo se especifican los estudios básicos y diseños que se prevé se deben adelantar y su alcance detallado.

Se deben elaborar estudios y diseños que sean coherentes con la finalidad del proyecto PIDAR que se presenta, en el Marco Lógico y el Modelo Técnico Financiero, se deben presentar las especificaciones y justificaciones técnicas requeridas según lo dispuesto por la Agencia de Desarrollo Rural, por lo tanto, se deberán incluir todas las actividades, estructuras, adecuaciones y demás aspectos necesarios para demostrar y garantizar su funcionalidad, viabilidad y sostenibilidad para que en el proceso de implementación y en el proceso de seguimiento y control no se presenten inconvenientes.

Los estudios y diseños para sistemas de riego y drenaje a nivel predial o soluciones alternativas de adecuación de tierras a través de sistemas de riego y/o drenaje a nivel predial y protección contra inundaciones, comprenden la elaboración, a través de un grupo interdisciplinario de profesionales, de los estudios básicos y diseños detallados para determinar el tipo y características generales del proyecto, definir la alternativa más viable para la selección del sistema de riego predial y del esquema de desarrollo agropecuario, establecer los posibles beneficiarios, entre otros.

Los estudios y diseños deberán ser elaborados y firmados por los profesionales idóneos de acuerdo con el perfil profesional, y se debe anexar la respectiva tarjeta profesional.

A continuación, se describen los componentes que se deben tener en cuenta para la elaboración de los estudios y diseños de sistemas de riego y drenaje a nivel predial o soluciones alternativas a través de sistemas de riego y/o drenaje a nivel predial y protección contra inundaciones, a efectos de determinar la viabilidad económica, técnica, jurídica y ambiental de la construcción del sistema.

Cuando en el manual no se haga referencia a alguna norma específica, se deberán cumplir los requisitos de la última versión de las normas aplicables que se mencionan a continuación:

- o Instituto Colombiano de Normas Técnicas – ICONTEC
- o Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y saneamiento Básico - RAS
- o American Society for Testing Materials - ASTM
- o American Water Works Association - AWWA
- o American Welding Society - AWS
- o American Concrete Institute - ACI
- o Portland Cement Association - PCA
- o American Institute of Steel Construction - AISC
- o United States Bureau of Reclamation - USBR
- o American Association Of State Highway and Transportation Officials - AASHTO
- o American Society of Mechanical Engineers - ASME
- o American National Standard Institute - ANSI
- o Steel Structures Painting Council - SSPC
- o National Electrical Code - NEC
- o Normas de Construcción de Redes de la Empresa de Energía de Bogotá - EEB



- Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del Ministerio de Transporte. Instituto Nacional de Vías - INVIAS
- Reglamento de Construcciones Sismo Resistentes, Norma NSR-10 Ley 400 de 1997
- EUROCODE 7

3.1 ESTUDIOS BÁSICOS

Con el fin de definir las características de los predios del proyecto que pretenden ser beneficiados con el sistema intrapredial, se deben elaborar los siguientes estudios, con base en los cuales se analizarán los aspectos técnicos, económicos, sociales y ambientales, para así contar con los elementos necesarios que permitan decidir si se continúa con la ejecución del proyecto.

3.1.1 Información catastral

Con base en la información disponible en fuentes secundarias como informes o estudios de EOT, POT o plan de desarrollo municipal del municipio correspondiente, así como las entidades territoriales locales como las secretarías municipales, así como la suministrada por los posibles beneficiarios, geoportal de la Subdirección de Catastro del Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC, Autoridades Ambientales, Entidades del Sistema Nacional Ambiental, etc. 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.

3.1.2 Verificación de la situación ambiental de los predios

Una vez se cuente con la información catastral de los posibles predios a beneficiarse con el PIDAR, se deberá verificar el cumplimiento de lo dispuesto en la Resolución 261 de 2018 "Por medio de la cual se define la Frontera Agrícola Nacional y se adopta la metodología para la identificación general"

Se debe establecer que el proyecto identificado NO 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.

Inicialmente hay que 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, y 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 Biósfera
- Humedales 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

En todo caso, se debe cumplir con la normativa territorial sobre el uso de suelo de cada predio según el instrumento de planificación adoptado. Si un predio no cumple con lo dicho en este numeral, **NO PODRÁ** ser beneficiado con la cofinanciación del PIDAR.

3.1.3 Análisis edafológicos

En la estructuración del proyecto se deberán presentar las características físicas y químicas de los suelos, y establecer la compatibilidad con respecto a los cultivos propuestos, para lo cual se deberá contar con un reconocimiento agrológico para cada uno de los predios.

No obstante lo anterior, si hay varios beneficiarios del proyecto cuyos predios sean colindantes o se encuentren relativamente cercanos, con el reconocimiento de campo y la interpretación geomorfológica, se puede determinar si están en la misma unidad de suelos, en cuyo caso, un solo muestreo y los análisis de laboratorio, pueden ser representativos para ese grupo de predios.

Se deberán incluir los análisis físicos y químicos de los suelos, con el detalle siguiente para los tipos de suelos más representativos para el proyecto:

- ◆ Se debe presentar una caracterización agrológica, que incluya la descripción del perfil o los perfiles representativos de los suelos, y que puede estar basada en estudios existentes para el área donde se localizan los predios del proyecto.
- ◆ Se deben anexar los análisis de suelos realizados en cualquier laboratorio público o privado, los cuales deben incluir las determinaciones sobre propiedades químicas (pH, materia orgánica, fósforo disponible, carbonatos, bases totales y su saturación, capacidad de intercambio catiónico (CIC) y aluminio intercambiable). De las propiedades físicas se debe identificar la textura, densidad aparente, retención de humedad del suelo (capacidad de campo y punto de marchitez permanente) e velocidad de infiltración básica.

En la descripción de los perfiles se deben cubrir todos los horizontes hasta una profundidad de 1,20 metros; la descripción de cada horizonte debe estar acompañada de los respectivos análisis físico-químicos, de acuerdo con las normas internacionales y del IGAC que sirvan para este propósito. En el evento en que se presenten problemas de salinidad en los suelos, se deberán incluir los análisis específicos respectivos y sus respectivas medidas de mitigación.

3.1.4 Climatología

El propósito de estos estudios es caracterizar debidamente las condiciones del clima del área de estudio que tengan incidencia en el planeamiento de su desarrollo agropecuario, contar con la información necesaria para preparar un balance hídrico dentro de las actividades del Proyecto Productivo. De particular importancia serán los análisis sobre precipitación, incluyendo la homogeneización y complementación de series, la precipitación media multianual, la precipitación decadal, la precipitación extrema y su variación territorial.

No obstante lo anterior, si hay varios beneficiarios del proyecto cuyos predios se encuentren dispersos se deben agrupar por subregiones teniendo en cuenta la altura sobre el nivel del mar a la que se encuentren los predios y a cada subregión hacerle el análisis particular con todos los parámetros que se presentan en este numeral.

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. Estos parámetros básicos se analizarán para períodos mensuales, con excepción de la precipitación que se analizará para períodos decadales.

La propuesta deberá presentar la información climatológica a nivel mensual para un periodo mínimo de diez años, de una estación representativa de la región (localizada a una altura similar a la del proyecto), para lo cual se deberá diligenciar la Tabla 3.1 y anexar los respectivos soportes de la entidad operadora de la estación. De acuerdo con la información disponible, en la propuesta se deberá adelantar la determinación de la evapotranspiración potencial, con la metodología que sea más adecuada, teniendo en cuenta la localización geográfica del proyecto y la disponibilidad de datos climatológicos en las estaciones del IDEAM que sean representativas de la zona del proyecto.

Tabla 3.1 Información climatológica

Parámetro	Unidad	Valor (mensual)											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Temperatura	(°C)												
Humedad Relativa	(%)												
Velocidad del viento	(m/seg)												
Brillo solar	(horas)												
Evaporación del tanque	(mm)												
Evapotranspiración potencial	(mm)												



Con base en la evapotranspiración potencial mensual, se debe calcular la decadal, dividiendo su valor por el número de días del mes y multiplicándolo por el número de días de la década (10, 8 u 11).

• **Análisis de la Información Disponible sobre Precipitación**

A partir de la información básica recopilada, se realizará el análisis y 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 Media Multianual**

Para la zona del proyecto y para las cuencas de las fuentes de agua en consideración, se obtendrá la precipitación media multianual y su distribución en el año. 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 para el área de estudio.

* **Precipitación Decadal**

Para su utilización en el establecimiento de los balances hídricos se deberán agrupar las lluvias diarias representativas de la zona del proyecto en totales decadales.

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, con el fin de obtener los valores correspondientes para diferentes períodos de recurrencia, acordes con el tipo de proyecto a desarrollar.

Para el análisis de las precipitaciones, se deben presentar y anexar los soportes de los datos de la precipitación media diaria o decadal (10 días), tomando como base los registros de la estación pluviométrica más cercana a la zona del proyecto, que cuente con un período de registro mínimo de 10 años. 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, y acompañarla de los soportes respectivos. Para el efecto, se debe diligenciar la Tabla 3.2.

Tabla 3.2 Precipitación decadal en la zona del proyecto

Mes	Década	Precipitación (mm)			
		Media	Mínima	Máxima	P (75%)
Enero	1				
	2				
	3				
Febrero	1				
	2				
	3				
Marzo	1				
	2				

Mes	Década	Precipitación (mm)			
		Media	Mínima	Máxima	P (75%)
Abril	3				
	1				
	2				
Mayo	3				
	1				
	2				
Junio	3				
	1				
	2				
Julio	3				
	1				
	2				
Agosto	3				
	1				
	2				
Septiembre	3				
	1				
	2				
Octubre	3				
	1				
	2				
Noviembre	3				
	1				
	2				
Diciembre	3				
	1				
	2				

3.1.5 Hidrología

Se realizarán los estudios hidrológicos requeridos para la evaluación de 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.

Si hay varios beneficiarios del proyecto cuyos predios puedan beneficiarse de una misma fuente se puede contemplar un solo sistema de suministro, con el fin de optimizar los costos y los estudios básicos requeridos.

3.1.5.1 Suministro de agua desde cauce superficial

Cuando la fuente de abastecimiento sea un cauce superficial (río, quebrada, arroyo, etc.), en el proyecto se deberán determinar los siguientes aspectos:

- Fuente de abastecimiento claramente identificada
- En caso de tener concesión de aguas, ésta se considerará como el caudal disponible para el proyecto.
- En caso de presentar una solicitud de concesión de aguas, se debe indicar el caudal solicitado y presentar un estudio hidrológico para determinar, entre otros aspectos, el



caudal mínimo de la fuente.

Si se contempla la construcción de estructuras tales como presas derivadoras o de almacenamiento, bocatomas laterales o de fondo, de lecho filtrante y obras de control de inundaciones, será necesaria la presentación de estudios, que contemplen los siguientes aspectos:

- **Caudales decadales**

La información de caudales recopilada se evaluará y 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 período mínimo de 10 años.

Es necesario obtener información confiable sobre los caudales mínimos disponibles durante los períodos de estiaje y sobre los máximos o de avenida, en el sitio de captación del agua.

Con respecto al caudal ecológico, Se deberá solicitar a la autoridad ambiental competente un concepto sobre el caudal ecológico determinado para cada una de las fuentes de abastecimiento consideradas, el cual será tenido en cuenta en el cálculo del caudal disponible de las mencionadas fuentes hídricas.

Se deberá además, determinar, entre otros, los siguientes aspectos:

- Fuente de abastecimiento claramente identificada.
- Concesiones
- Caudales decadales
- Caudales y niveles máximos y mínimos
- Calidad de agua de la fuente

En los casos de las corrientes para las que no se disponga de series de información hidrométrica, se utilizarán modelos lluvia-caudal, para los cuales se tendrá en cuenta la precipitación con probabilidad de 75% de excedencia. Las series de caudales así obtenidas deben garantizar su excedencia por lo menos tres de cada cuatro años. En esta forma se evaluará la capacidad y confiabilidad de las diferentes fuentes para cubrir las demandas de riego.

Finalmente, el estudio de Hidrología debe proporcionar una serie de caudales con una confiabilidad de excedencia mínima del 75% en el punto de captación, a fin de garantizar la estabilidad y el correcto funcionamiento del proyecto. Para ele efecto, se debe diligenciar la Tabla 3.3.

Tabla 3.3 Caudales decadales sitio de captación

Mes	Década	Caudal (m ³ /s)			
		Medio	Mínimo	Máximo	P (75%)
Enero	1				
	2				
	3				
Febrero	1				
	2				

Mes	Década	Caudal (m ³ /s)			
		Medio	Mínimo	Máximo	P (75%)
Marzo	3				
	1				
	2				
Abril	3				
	1				
	2				
Mayo	3				
	1				
	2				
Junio	3				
	1				
	2				
Julio	3				
	1				
	2				
Agosto	3				
	1				
	2				
Septiembre	3				
	1				
	2				
Octubre	3				
	1				
	2				
Noviembre	3				
	1				
	2				
Diciembre	3				
	1				
	2				

Los datos productos de este estudio deben ser cotejados con las demandas de agua para riego proyectadas en el plan agropecuario y revisar que la oferta satisfaga los requerimientos del proyecto.

3.1.5.2 Suministro de agua desde reservorio

Cuando la fuente abastecedora contemple una forma de almacenamiento de agua – reservorio, tanque u otros, se deberán determinar los siguientes aspectos:

En caso de estructuras de almacenamiento de agua como reservorios o tanques de uso agropecuario cuya agua a almacenar provenga de escorrentías superficiales de una cuenca pequeña, para el dimensionamiento del almacenamiento de agua se debe contemplar el área de la cuenca aferente con sus respectivas características geomorfológicas (forma, área de drenaje, densidad de drenaje, pendiente media, longitud del cauce, arrastre de sedimentos, entre otros).

En el caso de estructuras de almacenamiento como reservorios o tanques de uso agropecuario u otras estructuras cuya agua a almacenar provenga de cosecha de agua lluvia, se deberá utilizar la oferta hídrica según la hidrología con la cual se debe determinar el

volumen a almacenar.

Se debe determinar el volumen útil del almacenamiento de agua en metros cúbicos (m³), con la información de la Tabla 3.4.

Tabla 3.4 Balance hídrico del almacenamiento

Decadal (10 días)	Oferta hídrica media [m ³] (1)	Demanda de agua [m ³] (2)	Oferta hídrica media – demanda (3) = (1) - (2)		Volumen	
			Excedentes parciales (+)	Déficit parcial (-)	Excedentes acumulados (+)	Déficit acumulado (-)
1						
2						
3						
4						
n						
n+1						

Fuente: (MADR)

Donde:

- (1) La oferta hídrica son los aportes medios decadales (8, 10 u 11 días, según corresponda) de la cuenca en caso de reservorios o tanques de uso agropecuario, basados en la lluvia efectiva que genera escorrentía; o en el caso de reservorios o tanques de uso agropecuario u otras estructuras de almacenamiento, basados en caudales obtenidos de una fuente de agua aportante (superficial, pozo o agua lluvia con cubiertas interceptoras) la oferta hídrica debe estar debidamente soportada de acuerdo a la hidrología de dichas fuentes.
- (2) Demanda de riego es la determinada en el ítem 3.1.10 Demandas de agua para riego y/o requerimientos de drenaje

Posteriormente se debe dimensionar el almacenamiento de agua en metros cúbicos (m³), conforme a la Tabla 3.5.

Tabla 3.5 Dimensionamiento del almacenamiento

Volumen	Valor
A. Útil	
B. Infiltración	
C. Evaporación	
D. Muerto ³ (sedimentos)	
Volumen Total	(A+B+C+D)

Fuente: (MADR)

En los casos que se requieran diseñar vertederos se deben determinar los caudales máximos de la cuenca aferente.

3.1.5.3 Suministro de agua desde pozo

³ Se recomienda utilizar un 10% del volumen útil o sustentar el cálculo

Cuando la fuente abastecedora contemple un pozo profundo, en el proyecto se deberá presentar la prueba de bombeo con sus respectivos soportes, describiendo las características del pozo, de la bomba y del motor, así:

Pozo:

- La producción del pozo;
- Tasa máxima de explotación;
- El diámetro, espesor de paredes y longitud del tubo ciego o liso;
- El diámetro y longitud del filtro que constituye la tubería de producción.

Bomba:

- Caudal y cabeza dinámica total requerida de la bomba, para servir el sistema de riego
- Máximo nivel de agua en el pozo medido desde el borde del pozo sin estar bombeando;
- Mínimo nivel de agua en el pozo medido durante un período de bombeo mínimo de 24 horas;
- Profundidad de instalación de la bomba desde la conexión de la tubería.

Motor:

- Tipo de motor;
- Potencia en el eje;
- Factor de servicio;
- RPM;
- Voltaje de trabajo si es eléctrico;
- Eficiencias;
- Protecciones y señalizaciones;
- Control de nivel de agua en el pozo.

En los casos en que no se cuente con el pozo construido, junto con el proyecto se deberá presentar el estudio geoelectrico con el alcance, que se relaciona a continuación y el correspondiente permiso de perforación.

El estudio geoelectrico del área donde se pretende hacer la exploración, analizará información hidrogeológica, hidrológica, geológica, geofísica (prospección geofísica incluyendo la georreferenciación de los sondeos eléctricos verticales (SEV) u otros métodos geofísicos que se hayan realizado en el área, perfiles geoelectricos y correlación de las unidades litológicas), georreferenciando la ubicación del posible pozo (s) a perforar.

Correlación de la interpretación Geofísica (mediciones geoelectricas) con la información geológica y los perfiles de los pozos existentes en la zona.

Con los estimativos de los coeficientes y/o parámetros hidráulicos del acuífero, características climatológicas, hidrológicas, edáficas, etc., calcular el balance hídrico del acuífero y sus variaciones estacionales, analizando los componentes de reabastecimiento y de descarga.

Analizar y clasificar todas las unidades litológicas presentes, frente a su comportamiento hidrogeológico (Acuíferos, acuíclodos, acuíardos y acuífugos) y determinar o estimar la dirección del flujo del agua subterránea, posibles conexiones hidráulicas entre acuíferos y cuerpos de agua superficiales y zonas de recarga y descarga naturales de los acuíferos.



Con base en lo anterior, se estimará el potencial extractivo del acuífero, el caudal probable de extracción, el régimen propuesto de explotación, profundidad recomendada de perforación, su localización y diseño preliminar del pozo (profundidad, diámetro, ubicación tentativa de filtros y tubería ciega).

3.1.5.4 Análisis hidrológico para obras de drenaje

En el caso de proyectos que contemplen obras de drenaje, se requiere determinar el volumen de agua a evacuar, de acuerdo con el tiempo permisible de inundación del cultivo o los cultivos. Así mismo, se deben presentar en un anexo los registros de las precipitaciones diarias, y en la Tabla 3.6, el análisis de las frecuencias de precipitaciones máximas para días consecutivos (1, 2, 3, 4, 5 días), según el caso.

Tabla 3.6 Análisis de precipitación máxima

Año de registro	Precipitación máxima días consecutivos (mm)				
	1	2	3	4	5

Con la anterior información, se deben realizar los análisis de frecuencia para diferentes periodos de retorno (5, 10 y 20 años), los cuales se presentarán en la Tabla 3.7.

Tabla 3.7 Análisis de frecuencia de precipitación para drenaje

Período de retorno (años)	Precipitación máxima días consecutivos (mm)				
	1	2	3	4	5
5					
10					
20					

3.1.5.5 Análisis Hidrológico para obras de protección contra inundaciones

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

3.1.6 Sedimentología

En las secciones de las corrientes de agua aledañas a los sitios donde se ubicarían boca-tomas, se realizarán aforos sólidos para analizar el régimen de las concentraciones o cargas de sedimentos en suspensión y la granulometría de las mismas, para el prediseño de las obras de

captación y de los sedimentadores.

En los casos en que se requiera evaluar los volúmenes y características de los arrastres de fondo, ella 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.

Para el caso de embalses, jagüeyes, cosecha de agua, se deberán estimar los aportes de sedimentos con el fin de calcular el volumen del embalse muerto.

3.1.7 Calidad del agua

El proyecto deberá presentar un estudio de la calidad del agua de la fuente de abastecimiento, y anexar los resultados de laboratorio y los soportes de los análisis de la calidad físico-química y bacteriológica de la misma. Se debe determinar el R.A.S (Relación de Absorción de Sodio) y el grado de contaminación de la corriente, con el fin de establecer si la fuente es apta para suplir las necesidades de agua del proyecto.

Para cumplir con este requisito técnico, como mínimo se deberán evaluar los siguientes parámetros:

Conductividad eléctrica, sodio, magnesio y calcio (para determinar el R.A.S.), cloruros, boro, oxígeno disuelto (OD), pH, turbidez, sólidos suspendidos, disueltos y totales, nutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio), coliformes totales y fecales, carbonatos y bicarbonatos.

Para los análisis se utilizarán las normas del US Salinity Laboratory sobre la clasificación de calidad de aguas para riego y los resultados de los análisis físico-químicos y bacteriológicos se consultarán con las normas sobre calidad de agua para uso agropecuario vigentes.

3.1.8 Mercadeo

Para los productos Agropecuarios que se obtienen en la condición actual, se detallarán los canales y circuitos de comercialización, los agentes principales para realizarla, los precios y su estacionalidad, el destino final de la producción actual y su impacto en los mercados terminales.

El análisis de mercadeo se realizará también para el caso con proyecto.

Con base en las áreas propuestas en el 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

3.1.9 Plan de desarrollo agropecuario

El Plan estará orientado hacia el mejoramiento de las condiciones actuales, no sólo teniendo en cuenta la adecuación de tierras con las obras propuestas, sino la utilización de nuevas y mejores tecnologías, acordes con los recursos humanos disponibles. Se estudiarán las alternativas de desarrollo agrícola y pecuario, las cuales se evaluarán y compararán a fin de



obtener el mejor plan de explotación tecnificada, que modifique los factores limitantes del desarrollo agropecuario del Área del Proyecto.

El Plan deberá considerar los siguientes aspectos:

- Cultivos previstos.
- Patrones de cultivos: Deberán incluirse para cada cultivo los costos de mano de obra, maquinaria, insumos, asistencia técnica, transporte, intereses, administración, valor de la tarifa de riego, entre otros.
- Análisis de situación Actual: Se adelantará el análisis de la situación y de las características de la producción 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. Ocupación de la mano de obra.
 - Servicios de apoyo a la producción: programas de asistencia técnica, crédito, mecanización, comercialización. Limitantes a la producción.
- Rendimientos incrementales: Se obtendrán de la comparación de la situación actual con la situación con proyecto, estimando la productividad año a año, hasta el pleno desarrollo del Distrito. Para cada cultivo seleccionado se harán estimaciones de los rendimientos esperados que se lograrán gradualmente con el Distrito y que hayan sido obtenidos en zonas de características climáticas, socioeconómicas y culturales más próximas al mismo.
- Entrada de áreas: Se determinarán, en coordinación con el Plan de Ingeniería, las áreas que se adecuarán y entrarán en plena producción año por año, hasta obtener el completo desarrollo del Distrito.
- Volumen y valor de la producción agrícola.
- Programas de manejo y conservación del suelo y del agua y estimación de sus costos.
- Explotación pecuaria: En caso de proponerse una explotación pecuaria deberá presentarse la situación "sin" y "con" proyecto, incluyendo: tipo de explotación (carne, leche, doble propósito), unidad productiva (número de animales y número de hectáreas que garanticen la rentabilidad de la explotación), características de las prácticas ganaderas, coeficientes técnicos y rendimientos en carne y/o leche por hectárea, patrones de costos e ingresos, volumen y valor de la producción ganadera.

3.1.10 Demandas de agua para riego y/o requerimientos de drenaje

Se deberán calcular los requerimientos de suministro de agua para los cultivos propuestos en el proyecto productivo, así como para recuperación de suelos, ganadería y agua para consumo doméstico. Con base en los períodos 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 decadales, mensuales y anuales de riego para todo el distrito, teniendo en cuenta las eficiencias de aplicación, conducción y distribución de agua.

Para el efecto se trabajará con valores de evapotranspiración potencial y precipitación efectiva con probabilidad de excedencia del 75%.

Para el efecto se debe diligenciar la Tabla 3.8, para cada uno de los predios que componen el proyecto.

Tabla 3.8 Cálculo de demandas de agua para riego

Jornada de Riego (h)		Valor decadal (36 décadas)																																			
Eficiencia (%)	Conducción																																				
	Distribución																																				
Parámetros	Aplicación																																				
	Unidad																																				
		Ene			Feb			Mar			Abr			May			Jun			Jul			Ago			Sep			Oct			Nov			Dic		
Días decada		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Precipitación efectiva 75%		(mm)																																			
ETP (Evapotranspiración Potencial)		(mm)																																			
Cultivo 1																																					
Área		(ha)																																			
Kc																																					
U.C		(mm)																																			
Demanda Neta (Precipitación efectiva - Uso consuntivo) se debe tener en cuenta para el diseño de riego predial		(mm)																																			
Demanda Bruta		(mm)																																			
Volumen Bruto		(m3)																																			
Cultivo 2																																					
Área		(ha)																																			
Kc																																					
U.C		(mm)																																			
Demanda Neta (Precipitación efectiva - Uso consuntivo) se debe tener en cuenta para el diseño de riego predial		(mm)																																			
Demanda Bruta		(mm)																																			
Volumen Bruto		(m3)																																			
Cultivo N																																					
Área		(ha)																																			
Kc																																					
U.C		(mm)																																			
Demanda Neta (Precipitación efectiva - Uso consuntivo) se debe tener en cuenta para el diseño de riego predial		(mm)																																			
Demanda Bruta		(mm)																																			
Volumen Bruto		(m3)																																			
Área bajo riego		(ha)																																			
Volumen Bruto Total		(m3)																																			
Q Diseño (caudal de diseño)		(m3/s)																																			
Q Diseño (caudal de diseño)		(l/s)																																			
Q unitario		(l/s ha)																																			

Los resultados del cálculo de demandas de agua, deben ser cotejados con la disponibilidad de agua calculada en el estudio de hidrología y revisar que la oferta satisfaga los requerimientos del proyecto, para lo cual se debe diligenciar la Tabla 3.9.

Tabla 3.9 Balance de oferta – demanda hídrica del proyecto

Mes	Década	Oferta hídrica - Caudal (l/s)				Demanda del proyecto (l/s)	Excedente o déficit (l/s)
		P (75%)	Ecológico	Concesiones	Disponibles		
Enero	1						
	2						
	3						
Febrero	1						
	2						
	3						
Marzo	1						
	2						
	3						



Mes	Década	Oferta hídrica - Caudal (l/s)				Demanda del proyecto (l/s)	Excedente o déficit (l/s)
		P (75%)	Ecológico	Concesiones	Disponibile		
Abril	1						
	2						
	3						
Mayo	1						
	2						
	3						
Junio	1						
	2						
	3						
Julio	1						
	2						
	3						
Agosto	1						
	2						
	3						
Septiembre	1						
	2						
	3						
Octubre	1						
	2						
	3						
Noviembre	1						
	2						
	3						
Diciembre	1						
	2						
	3						

3.1.11 Topografía

Se trabajará con coordenadas MAGNA-SIRGAS (Marco Geocentrico Nacional de Referencia) (IGAC). La poligonal para el trazado de las redes de canales o tuberías principales y secundarias se realizará con nivel, estación total, GPS de doble frecuencia en tiempo real u otro método de comprobada exactitud, y deberá ser estacada y nivelada cada 20 metros, 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 11,25°.

Los trabajos por realizar comprenden:

- Levantamiento planimétrico y altimétrico detallado para el dibujo de planchas a escala 1:1.000 y curvas de nivel cada 0,25 m., de los sitios donde se ubicarán las estructuras hidráulicas necesarias para el proyecto (presas de derivación, bocatomas, sedimentadores, sifones, viaductos, puentes, desagües, diques, etc.)
- Trazado de las líneas principales de conducción del agua de riego. Comprende el eje y secciones transversales a intervalos adecuados dependiendo de la topografía, incluyendo franjas de terreno (entre 2,0 m. y 5,0 m.) localizadas a ambos lados del eje respectivo. En zonas de ladera, para pendientes menores al 10%, curvas con cota máximo cada 5 metros.

Por su parte, para pendientes mayores al 10%, curvas con cota máximo cada 10 metros; Al encontrarse con accidentes naturales se realizará su levantamiento detallado para conseguir curvas de nivel a intervalos de 0,25 metros; para las normales, el levantamiento se llevará a cabo con el detalle requerido para obtener cotas en números redondos de metro en metro en terrenos planos y de hasta 5 en 5 metros en pendientes fuertes.

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

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.

- En las zonas bajo riego por aspersión, micro aspersión y goteo, se debe presentar como mínimo la cota máxima y la cota mínima; y la topografía detallada con curvas de nivel cada 1 - 2 metros
- En las zonas bajo riego por gravedad y drenaje predial, se debe presentar un levantamiento con curvas de nivel cada 0,25 metros.

* *Tolerancias en los Levantamientos*

- ◆ Para tránsito, 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 un centímetro por cada 50 metros (1/5.000).

En todos los levantamientos y planos, siempre se deben utilizar el sistema de coordenadas geográficas IGAC.

Todas las escalas indicadas anteriormente para los planos y secciones transversales, intervalos de curvas de nivel etc., podrán ser modificadas teniendo en cuenta las particularidades de cada proyecto.

El proponente deberá entregar los siguientes documentos:

- Carteras de los levantamientos topográficos.
- Planos reproducibles a escalas 1:2.000
- Planos de localización de los componentes del Proyecto, a escalas 1:2.000



3.1.12 Geotecnia

Se deberá presentar un estudio geotécnico de los sitios donde se proyectan las obras principales (obras de captación, reservorio, la estación de bombeo), y anexar los análisis de laboratorio y las recomendaciones de cimentación.

Se realizarán las investigaciones geotécnicas necesarias para asegurar la confiabilidad de los diseños presentados, incluyendo apiques, barrenos, perforaciones, trincheras y ensayos de laboratorio, según corresponda a cada caso, que permitan establecer tanto requerimientos de cimentación de las estructuras como de impermeabilización del reservorio.

3.2 DISEÑO DETALLADO DE LAS OBRAS

Con base en el estudio hidrológico, la disponibilidad de agua, la clasificación de suelos para uso agrícola y las demandas de agua, se adelantará el diseño detallado de las obras, con base en el análisis de alternativas desde el punto de vista técnico, económico, social y ambiental.

Cuando exista infraestructura que pueda ser aprovechada en el proyecto, es necesario evaluar el estado actual de los sistemas de aprovechamiento existentes y revisar los demás usos de agua sobre las fuentes escogidas.

Se adelantarán los diseños hidráulicos, geotécnicos, estructurales, mecánicos y de los sistemas de suministro de energía 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 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 estancas, 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, 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 sismo-resistentes equivalentes a los de la norma NSR-10 o la vigente al momento de ejecución de los diseños.

3.2.1 Obras de captación

Los diseños se deben adelantar para cada predio de los beneficiarios propuestos por la forma organizativa, teniendo en cuenta la información básica obtenida.

No obstante lo anterior, si hay varios beneficiarios del proyecto cuyos predios sean colindantes o se encuentren relativamente cercanos, se puede contemplar una sola captación y conducción que sea común a varios beneficiarios, con el fin de optimizar los costos y los estudios básicos requeridos.

3.2.1.1 Captación desde cauce superficial

- **Suministro de agua de fuentes superficiales**

Se adelantarán los diseños respectivos, basados en la información hidrológica, topográfica, geotécnica y sedimentológica, los cuales incluirán todas las estructuras que las integran, como son las presas derivadoras, las bocatomas y las 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, etc.

- **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 requeridos, como compuertas, desagües para lavado hidráulico, etc.

- **Tanque de regulación**

Cuando el proyecto contemple, tanques de regulación, se adelantarán los diseños respectivos (hidráulicos y estructurales) del tanque de regulación, desde el cual se distribuirá por gravedad el agua a los predios.

3.2.1.2 Captación desde reservorio

Se diseñará el conjunto de obras que conforman este sistema de suministro de agua, para lo cual se efectuarán los estudios específicos (topográficos, hidrológicos, de estanquidad, etc.) y los análisis que permitan definir las formas, características y 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, pero de todos modos se dará consideración al embalse muerto donde se acumulará y a la posibilidad de instalar dispositivos de limpieza.



3.2.1.3 Captación con estaciones de bombeo o equipos de bombeo fijo o móvil

- **Diseño arquitectónico y estructural estación de bombeo**

Se adelantarán los diseños arquitectónicos y estructurales de la estación de bombeo para impulsar el agua desde las obras de captación, hasta los predios o hasta el tanque de regulación (en caso de que se contemple en el 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 lo establecido en el Reglamento de Construcciones Sismo Resistentes (Norma NSR-10).

- **Diseño hidráulico y electromecánico sistema de bombeo**

Se deberán presentar los diseños de las obras civiles, equipos e instalaciones electromecánicas, los sistemas de suministro de energía, así como las obras complementarias de protección, retención de sedimentos y otras que resulten necesarias.

Para la bomba y el motor, se deberá indicar como mínimo:

- Tipo de bomba;
- Caudal, altura dinámica total;
- RPM;
- Potencia;
- Eficiencia;
- Tipo de impulsor;
- Acople y base común;
- NPH;
- Curvas de trabajo del sistema de bombeo;
- Tipo de motor (eléctrico, Diesel, a gas o con ACPM);
- Potencia y factor de servicio;
- Características de la energía;
- Protecciones y señalización;
- Control de nivel.
- Las demás que señale la convocatoria

Con relación al sistema de suministro de energía, se deben definir las características y especificaciones técnicas tanto del sistema de alimentación, como los requerimientos en materia de transformación, protección, mando y medida, los cuales deben estar acordes con la normatividad exigida a nivel nacional, el RETIE, así como por la empresa de energía que actualmente atiende el servicio de energía eléctrica en la región.

En lo relacionado con los equipos electromecánicos con características especiales y cuyas especificaciones definitivas deben ser suministradas por sus fabricantes o proveedores, se elaborará un formulario técnico en el cual se indiquen tanto las especificaciones básicas de obligatorio cumplimiento por aquellos, 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.

Si se recomienda un sistema de impulsión hidráulico, se deben igualmente adelantar los diseños hidráulicos y estructurales del mismo.

3.2.1.4 Suministro desde pozo

En caso de no contar con el pozo construido, se efectuará el diseño detallado de cada pozo profundo que vaya a ser aprovechado, con las especificaciones necesarias para su construcción: diámetro, longitud, espesor y material del entubado, ampliación del mismo (cuando se utilice un pozo de prueba ya construido), clase y espesor del revestimiento, localización, longitud y características de los filtros, características y capacidad de la bomba de extracción y de sus complementos electromecánicos; etc. Además, se incluirán los componentes de suministro de energía y obra civil requerida, como casetas de protección, pocetas de almacenamiento, etc.

3.2.2 Redes de conducción

Se deberá realizar el diseño de la red de conducción desde la fuente de suministro de agua propuesta para cada predio hasta el área a regar del mismo.

No obstante lo anterior, si hay varios beneficiarios del proyecto cuyos predios sean colindantes o se encuentren relativamente cercanos, se puede contemplar una sola captación y conducción que sea común a varios beneficiarios, con el fin de optimizar los costos y los estudios básicos requeridos.

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 deberá presentar un estudio que establezca en forma definitiva la capacidad del sistema, gradiente hidráulico o línea piezométrica, secciones transversales, perfil longitudinal, tipo y espesor de materiales, inclinación de taludes, y otros aspectos pertinentes de los ductos principales, secundarios y terciarios de la red de impulsión, conducción y distribución.

Se debe realizar el diseño hidráulico de conductos cerrados (presión y flujo libre), el diseño de los anclajes necesarios y diligenciar la Tabla 3.10.

Tabla 3.10 Características hidráulicas, tubería de riego

CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS - TUBERÍA DE RIEGO																									
Nudo		Abcisa		Clase Tubería	Diámetro (D)		Presión de Trabajo o RDE	Longitud del Tramo (L)	Caudal de Diseño (Q)	Fricción Unitaria (f)	Pérdida de Energía (Hf)	Cotas						Presión disponible	Presión estática	Sobrepresión por golpe de ariete	Presión estática total	Velocidad (V)	Observaciones		
Inicial	Final	Inicial	Final		Nominal	Interno						Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final							Inicial	Final
[m]	[m]	[m]	[m]	[material]	[pulg]	[mm]	[m]	[m]	[cfs]	[m/s]	[m]	[msnm]	[msnm]	[msnm]	[msnm]	[msnm]	[msnm]	[m]	[m]	[m]	[m/s]				

- Para los sistemas de conducto cerrado se debe garantizar la presión requerida para el sistema de riego predial, o la cota de lámina de agua en los sistemas por canales abiertos.
- Es indispensable elaborar las memorias de cálculo de los diseños hidráulicos de la



- captación y conducción, con todas sus estructuras y equipos anexos, con sus respectivas cantidades de obra, ya sea en conductos abiertos o cerrados.
- Es indispensable elaborar las memorias de cálculo de los diseños estructurales y eléctricos con sus respectivos despieces y cantidades de obra, de todas las estructuras.
 - Igualmente, el diseño deberá incluir el estudio de los sitios y la forma de disposición final de los materiales de desecho o sobrantes de las excavaciones, cuando la dimensión de la estructura lo requiera.

En el caso de canales, se deberá seguir lo dispuesto en la Tabla 3.11.

Tabla 3.11 Características hidráulicas, canales de riego

Tramo	Abscisa		Q l/s	S m/m	n	z: 1	b m	y m	BL m	Berma	Ht m	Hr m	V m/s	B m	Nº F	t m	e m	Cotas						Observaciones	
	Inicial	Final																Fondo canal 1 msnm	Fondo canal 2 msnm	Sup. Agua 1 msnm	Sup. Agua 2 msnm	Sup. Berma 1 msnm	Sup. Berma 2 msnm		

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.

3.2.3 Sistemas de drenaje

Con los análisis de precipitaciones máximas para días consecutivos (1 a 5) y períodos de retorno de 5, 10 y 20 años, realizados con la metodología propuesta en el numeral 3.1.1, se debe determinar el módulo de drenaje. Por su parte, con el tiempo permisible de inundación de los cultivos planteados y el área aferente de cada uno de los tramos de canal, se deberán realizar los diseños hidráulicos que incluyan perfiles longitudinales, taludes, coeficiente de rugosidad, velocidad, caudal y pendiente. Adicionalmente, el trazado de los mismos deberá cumplir con su función de interceptación de la escorrentía, entrega al sistema de descarga general en forma libre, o mediante bombeo, determinando la capacidad de la bomba.

Se deberán presentar los planos de diseño en planta y perfil de todos los canales de drenaje, de las estructuras requeridas por el sistema y las descargas que se diseñen a los drenajes naturales. Estos planos y diseños se deberán realizar de manera similar a la indicada para el sistema de riego.

3.2.4 Obras de protección contra inundaciones

Se diseñarán los diques de confinamiento, su influencia sobre la zona fuera del proyecto, las obras de control de sedimentos, de erosión y de escorrentía en la cuenca y en los cauces naturales de la zona del proyecto.

3.2.5 Obras de adecuación predial

Para cada predio de los beneficiarios propuestos por la forma organizativa y dependiendo del método de riego seleccionado, se deberán diseñar las obras de riego y drenaje a nivel predial.

Se deberá presentar los diseños de las obras de adecuación predial con riego, los cuales

deberán guardar absoluta concordancia con los cultivos del proyecto productivo formulado, y las características de los suelos del área del proyecto.

El esquema de riego deberá estar plenamente justificado, de manera que todos los predios tengan acceso directo a la red de conducción (cuando se proyecten conducciones comunes a varios predios) por una toma predial señalada y su operación sea lo más simple posible. Por lo tanto, los dispositivos de riego tales como aspersores, microaspersores, goteros, tuberías, válvulas de paso, medidores de caudal, reguladores de presión, acometidas, hidrantes, elevadores, dosificadores, etc., deberán seleccionarse de modo que proporcionen una buena uniformidad en la aplicación y una alta eficiencia.

Todos los elementos para el suministro del agua a nivel predial, deberán ser diseñados estableciendo su forma de aplicación, grado de eficiencia, tiempos de riego, etc.

3.2.5.1 Aspersión, micro aspersión y goteo

Se debe calcular y presentar de manera precisa la siguiente información:

- Lámina neta;
- Frecuencia de riego (días, horas);
- Eficiencia de riego;
- Lámina bruta de riego;
- Área de riego diaria;
- Intensidad de aplicación;
- Duración de cada riego (horas);
- Número de turnos de riego para cubrir el área regable;
- Caudal o descarga de cada aspersor o dispositivo de riego, así como diámetro húmedo y presión de trabajo requerida;
- Capacidad del sistema;
- Espaciamiento entre aspersores, según el cultivo y demás factores a considerar;
- Selección de aspersores o dispositivos de riego;
- Número estimado de aspersores o dispositivos de riego que operan simultáneamente para satisfacer la capacidad del sistema;
- Selección de elevadores;
- Uniformidad del recubrimiento;
- Cálculo del lateral;
- Presión total requerida al comienzo del lateral;
- Cálculo de la tubería principal;
- Selección de diámetro económico;
- Perdidas por fricción en válvulas y accesorios;
- Determinación de la altura dinámica total.

Cuando existan parcelaciones al interior de los predios o el tamaño de los mismos lo amerite, se debe adelantar el diseño de la red de distribución intrapredial, el cual se adelantará teniendo en cuenta el alcance establecido para las redes de conducción.



3.2.5.2 Riego por gravedad

La propuesta deberá diferenciar y especificar los diferentes métodos de riego por superficie (surcos, melgas y piscinas), teniendo en cuenta principalmente las condiciones de los suelos, la disponibilidad de agua y los tipos de cultivos a establecer. Para cada método de riego se deben presentar los parámetros de diseño y los cálculos hidráulicos respectivos.

Asimismo, se deberán presentar en planta los trazados de la red de riego y drenaje predial, con sus estructuras de medición y control, caídas, cajas de reparto, cruces, etc.

Los diseños hidráulicos de los canales de riego deben incluir perfiles longitudinales, taludes, coeficiente de rugosidad, velocidad, caudal, pendiente; además, en caso de canales revestidos, se deberán indicar los materiales con sus especificaciones de construcción.

En caso que se prevea la nivelación de tierras, la propuesta deberá especificar los cortes y rellenos a ejecutar en cada predio, teniendo en cuenta la capa arable disponible, de tal forma que al efectuar el emparejamiento, ésta no desaparezca.

3.2.5.3 Sistema de drenaje a nivel predial

Si se requiere, el proyecto deberá presentar los diseños de la red de drenaje predial, definiendo las dimensiones de los canales abiertos o tubería perforada, su localización y espaciamiento. Esta red debe evacuar los excesos de agua superficial y en lo posible controlar los niveles freáticos.

En el análisis que se adelante para determinar el sistema de drenaje mas adecuado que será objetop de diseño, se deberá tener en cuenta entre otros parámetros, el tipo de suelo, los posibles problemas de remoción en masa, la pérdida y lavado de suelos.

3.2.6 Otras obras constitutivas del proyecto

Para otras obras constitutivas del proyecto como cámaras de quiebre, pasos elevados, estaciones de filtrado, redes eléctricas, válvulas ventosas, válvulas de purga, entre otras, se deberán presentar los diseños hidráulicos y estructurales, memorias de cálculo y selección de dispositivos, elementos y accesorios, ubicación y planos de despiece.

Se deberán diseñar los sistemas de automatización cuando estos se requieran y se deberán diseñar los sistemas de suministro de energía, los cuales deberán cumplir con la normatividad vigente.

Con relación al sistema de suministro de energía, se deben definir las características y especificaciones técnicas tanto del sistema de alimentación, como los requerimientos en materia de transformación, protección, mando y medida, los cuales deben responder a la normatividad exigida a nivel nacional, el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (Retie), así como por la empresa que actualmente atienda el servicio de energía eléctrica en la región.

Dentro de la planificación, diseño y construcción de instalaciones solares fotovoltaicas, como sistemas energéticos, se deben tener en cuenta todos los lineamientos y parámetros

establecidos por el Ministerio de Minas y Energía.

3.2.7 Materiales de construcción

Se deberán indicar las fuentes de materiales, el plan de utilización de fuentes y acarreo de materiales, así como la localización de apiques y perforaciones necesarios de acuerdo con las características del proyecto.

3.2.8 Presupuesto de las obras

Con base en los diseños detallados, el proyecto deberá incluir el presupuesto de las obras, el cual deberá identificar los ítems de pago de obra civil y de suministro e instalación de los equipos electromecánicos. Así mismo, el presupuesto debe indicar la desagregación de los equipos necesarios, de tal manera que estén comprendidos todos los componentes del proyecto, cuantificando las cantidades involucradas, a efectos de elaborar las listas de cantidades y precios unitarios para la construcción de las obras, y estimar los costos de los equipos electromecánicos asociados y de su montaje. Los ítems de pago del proyecto se determinarán con base en las características técnicas que se deriven de los diseños de las obras y equipos, de tal forma que se facilite el control durante la ejecución de los trabajos.

3.2.9 Evaluación del proyecto

Se evaluará la conveniencia de realizar el proyecto, mediante la comparación a precios económicos y de mercado de los beneficios netos incrementales resultantes y los costos de las obras, programas y acciones necesarias para obtenerlos.

Situación "sin" proyecto

La situación "sin" proyecto corresponderá a la condición actual.

Indicadores:

Con base en la alternativa seleccionada del Plan Agropecuario, se calcularán los aumentos de la producción atribuible al Proyecto para determinar los beneficios, y se cuantificarán y se valorarán los costos de los insumos requeridos por el mismo. Tanto los beneficios como los costos se distribuirán en el tiempo, de conformidad con el plan de incorporación de áreas a la producción con riego, con la velocidad de adopción de los nuevos sistemas de producción por los diferentes tipos de agricultores y con la vida útil del Proyecto, a precios constantes a la fecha elegida por el Consultor para la homogenización de los datos del Proyecto.

Se deben calcular específicamente los siguientes indicadores:

- Valor presente neto.
- Tasa interna de rentabilidad.
- Relación beneficio/costo.

Además, se calcularán los empleos incrementales directos e indirectos generados por el Proyecto, en el año de desarrollo pleno del mismo.



3.2.10 Especificaciones técnicas de construcción

Se deberán revisar y complementar las especificaciones generales de construcción de la ADR, de acuerdo con las características específicas del proyecto, y elaborar las especificaciones particulares de construcción. Las especificaciones deberán elaborarse a partir de memorias de diseño aprobadas por la interventoría e irán acompañadas del programa de control de calidad correspondiente.

3.2.11 Manual de operación y mantenimiento

Se debe elaborar un manual que defina la operación y mantenimiento del sistema de riego completo a nivel predial con todos sus componentes, el cual deberá incluir los criterios básicos, procedimientos y recomendaciones que deben observarse para el manejo y funcionalidad de las obras y equipos de riego, previendo evitar el deterioro de sus componentes. Igualmente, en dicho manual se darán orientaciones y recomendaciones para que se cumplan los objetivos del sistema indicando horas de trabajo de los equipos e insumos para su funcionamiento dado el caso (combustibles, lubricantes, repuestos, tiempos de reposición) teniendo en cuenta garantía, seguridad y estabilidad de las estructuras.

Se elaborarán instructivos para la operación de cada estructura o grupos de estructuras, de sus elementos de control y de los equipos que hacen parte del sistema, así como un manual de operación y mantenimiento del conjunto de las obras.

3.2.12 Informe de diseño detallado de las obras

El resultado de los estudios y diseños se deberá presentar en un informe de diseño que incluya los siguientes aspectos:

- Estudios básicos
- Presentación de los criterios de diseño para las obras
- Elaboración de las memorias de cálculo
- Definición de las especificaciones de construcción
- Determinación de las cantidades de obra y preparación de su presupuesto total, el cual se desglosará para cada uno de sus componentes.

Planos definitivos para la construcción de obras y la instalación de equipos y accesorios, que deberán contener como mínimo lo siguiente:

- Se deberá presentar el dimensionamiento de cada estructura, incluyendo clase de material, cortes, despieces de armaduras, y detalles constructivos que permitan definir en forma clara sus características y detalles típicos, los cuales deberán ser suficientes para establecer las cantidades y los costos en escalas 1:25 o 1:50.
- Los planos de construcción deberán contener toda la información requerida para el replanteo de las obras en el terreno.

- En el caso de tuberías, diques, y otras obras lineales, se prepararán planos de planta y perfil en escala 1:500, 1:1.000, 1:2.000 o 1:5.000, de acuerdo con la longitud de la obra, y secciones transversales en escala adecuada, con la magnitud del proyecto. Además, se elaborarán los planos de construcción de todas las estructuras complementarias tales como aliviaderos, estructuras de control, reguladores de flujo, caídas, sifones y otras que se requieran, a escalas 1:25 o 1:50.
- Todos los planos deberán ser entregados en medio magnético e impresos en papel, de dimensiones externas de 0,70 m x 1,00 m, **deberán ser a color** y deberán ser suficientes para la construcción de las obras y el montaje de los equipos asociados.



4 CUMPLIMIENTO DE REQUISITOS AMBIENTALES

El proponente deberá incluir en la estructuración del proyecto los Actos Administrativos, por medio de los cuales la Autoridad Ambiental competente, otorguen los permisos y concesión de aguas, que sean necesarios para la construcción y operación del proyecto, dentro de los cuales se tiene, entre otros los siguientes:

- Concesión de aguas, que acredite la autorización para utilizar el recurso hídrico del que se obtendrá el agua para el sistema de riego. Dicha concesión de aguas deberá ser suficiente para el funcionamiento del sistema de riego propuesto y deberá corresponder con las especificaciones técnicas del proyecto presentado a la Convocatoria.
- Permiso de aprovechamiento forestal único (si se requiere)
- Permiso de ocupación de cauces (si se requiere)
- Autorización para explotación de material de arrastre y/o canteras (si se requiere)

En el evento en que al momento de presentar el proyecto, el proponente aún no cuente con los permisos y/o la (s) concesión (es) de aguas correspondiente (s), éste podrá presentar la (s) solicitud (es) que hubiere presentado ante la autoridad ambiental competente para obtener dicha (s) autorización (es). No obstante lo anterior, el proponente cuyo proyecto sea declarado elegible, deberá obtener la correspondiente resolución de concesión de aguas en firme y entregarle una copia a la Agencia, dentro del plazo previsto para suscribir los respectivos acuerdos o contratos de cofinanciación, so pena de no adquirir el derecho al apoyo económico correspondiente.