



ESPECIALIZACIÓN EN RECURSOS HIDRÁULICOS Y MEDIO AMBIENTE

“OPTIMIZACIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA PARA ADECUACIÓN DE TIERRAS DE PEQUEÑA ESCALA”.

POLÍTICA NACIONAL PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL RECURSO HÍDRICO DEL MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. CONSIDERACIONES PARA LA ESTRUCTURACIÓN DE PLANES DE ACCIÓN.

Proyecto de grado presentado por:

Ing. HENRY YOLIAN MURCIA QUIÑONES

Director:

Ing. HÉCTOR ALFONSO RODRÍGUEZ DÍAZ

BOGOTÁ D.C.

SEPTIEMBRE DE 2016

NOTA DE ACEPTACIÓN

El proyecto final titulado “Optimización de la demanda de agua para adecuación de tierras de pequeña escala, política nacional para la gestión integral del recurso hídrico del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Consideraciones para la estructuración de planes de acción”, presentado por el ingeniero Henry Yolian Murcia Quiñones, en cumplimiento del requisito para optar al título de Especialista en Recursos Hidráulicos y Medio Ambiente, fue aprobado por el director del proyecto.

Ing. Héctor Alfonso Rodríguez Díaz

Director del proyecto

Bogotá D.C., septiembre de 2016

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	9
2. OBJETIVOS	11
3. MARCO DE REFERENCIA	12
4. MARCO JURÍDICO DE LA ADECUACIÓN DE TIERRAS EN COLOMBIA	18
4.1. Consideraciones generales	20
4.1.1. El recurso hídrico en el mundo.....	20
4.1.2. El agua como recurso esencial para la vida	21
4.2. La protección del patrimonio natural colombiano	22
4.3. Bloque de constitucionalidad	29
4.4. Derecho comparado	34
4.5. Constitución Política de Colombia (1991)	36
4.5.1. Código Civil.....	37
4.5.2. Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente	38
5. PARÁMETROS DE DISEÑO DE UN DISTRITO DE ADECUACIÓN DE TIERRAS, TENIENDO EN CUENTA LA ESTRUCTURA PARCELARIA Y EL PROYECTO PRODUCTIVO	40
5.1. Identificación	40
5.1.1. Unidad territorial	41
5.1.2. Información demográfica	41
5.1.3. Información espacial	41
5.1.4. Información cultural	42
5.1.5. Información político institucional	43
5.1.6. Seguridad alimentaria.....	43
5.1.7. Ordenamiento social de la propiedad	43
5.1.8. Función social y ecológica de la propiedad rural.....	43
5.1.9. Ordenamiento territorial	44
5.2. Prefactibilidad	45
5.2.1. Social y organizacional	46
5.2.2. Aspectos demográficos	46
5.2.3. Aspectos espaciales	47
5.2.4. Aspectos culturales.....	47
5.2.5. Aspectos políticos e institucionales.....	48

5.2.6.	Aspectos arqueológicos	48
5.2.7.	Gestión organizacional	48
5.2.8.	Elaboración de la agenda preliminar de servicios complementarios	49
5.2.9.	Articulación con la institucionalidad y la empresa privada	49
5.2.10.	Ordenamiento social de la propiedad	49
5.2.11.	Función social y ecológica de la propiedad rural.....	50
5.2.12.	Aspectos ambientales y técnicos	50
5.2.12.1.	Hidrología	50
5.2.12.2.	Estudios climatológicos.....	52
5.2.12.3.	Estudios hidrogeológicos	52
5.2.12.4.	Cartografía y topografía	53
5.2.12.5.	Estudios geológicos.....	53
5.2.12.6.	Predimensionamiento hidráulico	54
5.2.12.7.	Prediseños estructurales de obras principales	54
5.2.12.8.	Predimensionamiento del componente electromecánico	54
5.2.13.	Costos y presupuestos	55
5.2.14.	Ordenamiento territorial	55
5.2.15.	Uso técnico del recurso suelo	55
5.2.16.	Manejo técnico de producción agropecuaria	56
5.2.17.	Análisis ambiental	57
5.2.18.	Aspectos económicos y financieros.....	57
5.2.18.1.	Mercado	57
5.2.18.2.	Evaluación económica y financiera	58
5.2.19.	Mecanismos de financiación	59
5.2.20.	Gestión integral del proyecto.....	60
5.3.	Factibilidad.....	61
5.3.1.	Aspectos sociales y organizacionales	61
5.3.2.	Gestión de la factibilidad.....	63
5.3.2.1.	Consolidación y legalización de la asociación de usuarios	63
5.3.2.2.	Socialización del proyecto.....	64
5.3.2.3.	Gestión ante las autoridades locales, regionales y nacionales.....	64
5.3.2.4.	Articulación con las instituciones del sector agropecuario	64
5.3.2.5.	Posicionamiento de la asociación de usuarios	64

5.3.2.6.	Participación comunitaria	64
5.3.2.7.	Seguridad alimentaria.....	65
5.3.3.	Aspectos técnicos y ambientales	65
5.3.3.1.	Aspectos técnicos e ingeniería.....	65
5.3.3.1.1.	Estudios hidrológicos	65
5.3.3.1.2.	Estudios climatológicos.....	66
5.3.3.1.3.	Estudios hidrogeológicos	66
5.3.3.1.4.	Estudios freatrímétricos.....	66
5.3.3.1.5.	Estudios geológicos.....	66
5.3.3.1.6.	Estudios geotécnicos	67
5.3.3.1.7.	Predimensionamiento hidráulico	67
5.3.3.1.8.	Predimensionamiento de las obras de infraestructura de servicios complementarios	68
5.3.3.1.9.	Costos y presupuestos	68
5.3.4.	Ordenamiento territorial	69
5.3.4.1.	Aspectos técnicos del suelo	69
5.3.4.2.	Aspectos técnicos de la producción agropecuaria.....	69
5.3.5.	Aspectos técnicos ambientales	70
5.3.6.	Aspectos económicos y financieros.....	70
5.3.6.1.	Situación actual del mercado y comercialización	71
5.3.6.2.	Potencialidades del mercado	71
5.3.6.3.	Aspectos económicos y financieros.....	72
5.3.6.4.	Viabilidad financiera a nivel de productor.....	74
5.3.6.5.	Mecanismos de financiación	75
5.4.	Diseño.....	75
5.4.1.	Gestión de los diseños	76
5.4.1.1.	Participación comunitaria	76
5.4.1.2.	Plan de la gestión social	76
5.4.1.3.	Estructura administrativa.....	76
5.4.1.4.	Planeación estratégica	77
5.4.1.5.	Validación de las actas de compromiso	77
5.4.1.6.	Definición de servidumbres.....	77
5.4.1.7.	Definición de los predios que se deben adquirir para la construcción de las obras	77
5.4.1.8.	Ordenamiento social de la propiedad.....	78

5.4.1.9.	Función social y ecológica de la propiedad rural.....	78
5.4.1.10.	Aspectos técnicos de ingeniería.....	78
5.4.1.11.	Aspectos técnicos del suelo	79
5.4.1.12.	Aspectos técnicos de la producción agropecuaria.....	79
5.4.1.13.	Temática ambiental	80
5.4.1.14.	Viabilidad financiera a nivel de productor.....	80
5.4.1.15.	Definición de las posibles fuentes de financiación	80
6.	MARCO CONCEPTUAL Y CONSIDERACIONES PARA LA FORMULACIÓN DE PLANES DE ACCIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA EN DISTRITOS DE ADECUACIÓN DE TIERRAS DE PEQUEÑA ESCALA	81
6.1.	Evaluación de la lámina de agua requerida por el cultivo	81
6.1.1.	Parámetro agua.....	82
6.1.2.	Parámetros de suelo.....	85
6.1.3.	Parámetro planta.....	89
6.1.4.	Clima.....	89
6.2.	Análisis tarifario.....	92
6.2.1.	Costos de administración, operación y mantenimiento integral del sistema	92
6.2.2.	Tasa de consumo o volumétrica	94
6.3.	Evaluación de pérdidas del sistema hidráulico	97
6.4.	Medición de caudales	99
6.5.	Instrumentación y monitoreo hidroclimatológico.....	100
6.6.	Evaluación y mejoramiento ambiental del proyecto de adecuación de tierras	100
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	102
	BIBLIOGRAFÍA	105

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de la adecuación de tierras según escala.	15
Tabla 2. Resumen de la base datos de los distritos de adecuación de tierras de pequeña, mediana y gran escala reportados en el país, año 2014.....	15
Tabla 3. Ranking de países por disponibilidad de recursos hídricos.....	22
Tabla 4. Países que han establecido el derecho al agua como fundamental.....	34
Tabla 5. Clasificación del tipo de usuario.....	41
Tabla 6. Indicadores económicos y financieros en factibilidad.....	73
Tabla 7. Indicadores financieros en factibilidad.....	75
Tabla 8. Criterios generales de calidad para el agua de riego.....	83
Tabla 9. Principales parámetros de medición para el agua de riego.....	85
Tabla 10. Clases de gradiente de la pendiente.....	86
Tabla 11. Siglas para el cálculo de la tarifa fija anual de costos del distrito de adecuación de tierras.....	94
Tabla 12. Siglas para calcular la tarifa volumétrica anual del distrito de adecuación de tierras.....	95

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Proceso de adecuación de tierras en Colombia, según la UPRA.....	14
Figura 2. Principios de la adecuación de tierras	17
Figura 3. Relación de los constituyentes de suelo fino por tamaño, definiendo clases texturales y subclases de arena.....	87
Figura 4. Curva de retención de humedad, capacidad de campo (cc) y punto de marchitez permanente (PMP) en un sustrato.	88
Figura 5. Balance hídrico en el suelo de la zona radicular.....	91
Figura 6. Diagrama de flujo para el análisis tarifario en el distrito de adecuación de tierras.	96
Figura 7. Diagrama de flujo para el análisis y evaluación del sistema hidráulico.	98
Figura 8. Diagrama de flujo para el análisis y evaluación de la medición de caudales.....	99

1. INTRODUCCIÓN

Históricamente, desde inicios de la civilización, la actividad del hombre ha estado ligada al uso del agua para consumo y riego de los campos agrícolas. Estas actividades han evolucionado al punto de generar grandes obras de ingeniería, aplicando la hidráulica y la hidrología para realizar el análisis y la optimización de los sistemas hidráulicos a superficie libre o presurizados para abastecer de agua los cultivos.

En Colombia, la agricultura ha sido una de las mayores fuentes de ingresos, con cultivos como el café, el banano, la caña de azúcar, el arroz y las flores, entre otros. Por tal razón, el país ha realizado grandes inversiones en distritos de adecuación de tierras para proveer el recurso hídrico a los sembradíos y convertir dicha actividad en un motor de desarrollo de la economía nacional.

Sin duda, el creciente consumo de agua en la agricultura supone un riesgo de sobreexplotación del recurso hídrico, que si no se controla puede conducir a su agotamiento con consecuencias irreversibles. Esto hace imprescindible la adopción de políticas de eficiencia hídrica, ya que en el país existen vacíos jurídicos que dejan sin herramientas a las instituciones para el control y uso eficiente de las cuencas hidrográficas.

Este documento compila de manera organizada información importante de organismos del Estado referente a este tema.

Es posible que en algunos casos no se cite la fuente; sin embargo, el objetivo es presentar la información disponible para realizar una serie de consideraciones que conduzcan a la estructuración de planes de acción para la optimización de la demanda de agua en la adecuación de tierras de pequeña escala, de acuerdo con la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Adicionalmente, en el presente documento se exponen conceptos del autor obtenidos de la investigación, que plantean puntos de vista diferentes a la normatividad existente.

En el capítulo tres se presenta el marco de referencia de la adecuación de tierras y el estado actual en el ahorro y uso eficiente del agua en Colombia.

El capítulo cuarto expone el marco jurídico y legislativo frente al uso del agua, con base en los tratados internacionales, la Constitución Política, las leyes y decretos vigentes, así como el Proyecto Acto Legislativo 11 de 2016.

El quinto capítulo expone la metodología desarrollada por la UPRA en el año 2015, basada en las etapas y subetapas para la estructuración de un proyecto de adecuación de tierras fundadas en la utilización de recursos naturales, como la organización social de la comunidad, la identidad cultural y étnica, la integridad y el desarrollo territorial y los principio de sostenibilidad ambiental, social y financiera.

En el último capítulo se plantean el marco conceptual y las consideraciones para formular planes de acción para la optimización de la demanda de agua en distritos de adecuación de tierras de pequeña escala, con base en la evaluación de la lámina de agua y en los requerimientos de la relación agua-suelo-planta-clima, en el análisis de tarifas por la utilización del agua, en la evaluación de las pérdidas del sistema hidráulico en la distribución, en la medición de caudales, en la instrumentación y el monitoreo hidrológico, y en la evaluación y el mejoramiento ambiental del proyecto de adecuación de tierras.

2. OBJETIVOS

GENERAL

Presentar ideas para la formulación de un plan de acción y consideraciones para los distritos de adecuación de tierras en pequeña escala, según el acuerdo de oferta y demanda de agua, contemplando el plan de ahorro y manejo del recurso hídrico estipulado en la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico del MAVDT.

ESPECÍFICOS

- Caracterizar los parámetros generales en el diseño de los distritos de adecuación de tierras en pequeña escala, según la metodología de la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria, UPRA.
- Realizar la caracterización general de la estructura parcelaria de los distritos de adecuación de tierras de pequeña escala.
- Identificar el marco jurídico y normativo de los distritos de adecuación de tierras de pequeña escala, junto con el plan de ahorro y manejo del recurso hídrico.
- Conocer las necesidades y el consumo de agua de los distritos de adecuación de tierras de pequeña escala.
- Diseñar las consideraciones generales del plan de ahorro y manejo del recurso hídrico.

3. MARCO DE REFERENCIA

Los recursos renovables en Colombia se encuentran protegidos desde 1973 con la promulgación de la Ley 23, que planteó la necesidad de proteger dichos recursos y facultó al presidente de la República para expedir el código nacional para la protección del medio ambiente, lo cual quedó reglamentado con el Decreto Ley 2011 de 1974.

A partir de ese momento se destacó la importancia que tiene el agua en el desarrollo de todas las actividades económicas del ser humano, como cuando se dice que *“el beneficio que representa el recurso hídrico para el desarrollo del país asciende al 10% del PIB y por otra parte, los costos económicos de la contaminación representan cerca del 3,5% del PIB”*(MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL, 2013).

Según la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico (PNGIRH) del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, que es la base para la formulación del Plan de Ahorro y Uso Eficiente del Agua, *“la demanda para el desarrollo de las actividades socioeconómicas en Colombia se representa principalmente mediante los siguientes usos: agrícola 54%, pecuario 3%, doméstico 29%, industrial 13% y servicios 1%”*(MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, 2010, pág. 35).

En el sector agrícola del país se consumen grandes volúmenes de agua para el riego de cultivos y para la aspersión de pesticidas. Estas áreas comprenden extensiones considerables de tierra, cuyos tenedores o propietarios reciben capacitación técnica para aumentar la producción y mejorar sus ingresos sin importar la cantidad de recursos naturales que consuman.

La adecuación de tierras en Colombia es un bien público que está definido en la Ley 41 de 1993, que la define como *“la delimitación del área de influencia de obras de infraestructura destinadas a dotar un área determinada con riego, drenaje o protección contra inundaciones; para los fines de gestión y manejo, se organizará en unidades de explotación agropecuaria bajo el nombre de Distritos de Adecuación de Tierras”*(SENADO DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA, 1993).

La Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA) concibe el concepto de “*Adecuación de Tierras como un servicio público que contribuye al desarrollo rural, mediante la construcción de infraestructura física para riego, drenaje y protección contra inundaciones; con acciones complementarias para mejorar la productividad, los ingresos de los productores y sus condiciones de vida a través de un manejo integral, eficiente y sostenible dentro del ordenamiento productivo territorial*” (UNIDAD DE PLANIFICACIÓN RURAL AGROPECUARIA, UPRA, 2015).

Teniendo en cuenta las necesidades del país, la adecuación de tierras la podemos definir como todo tipo de acciones necesarias para dotar un área determinada de riego, infraestructura de drenaje o protección de inundaciones, además de la construcción de zonas especiales para la capacitación permanente al agricultor en el manejo agronómico de cultivos, la comercialización, el acondicionamiento y la poscosecha de productos agrícolas, sin olvidar el servicio de centros de acopio, lo cual requiere el acceso a servicios públicos como agua potable, energía eléctrica y comunicaciones. Adicionalmente, la comercialización de bienes y servicios requeridos por el sector agropecuario bajo la influencia del Distrito de Adecuación de Tierras.

La Ley 41 de 1993 describe a los usuarios del Distrito de Adecuación de Tierras como “*toda persona natural o jurídica que explote en calidad de dueño, tenedor o poseedor acreditado con justo título, un predio en el área de dicho distrito. En tal virtud, debe someterse a las normas legales o reglamentarias que regulen la utilización de los servicios, el manejo y conservación de las obras, la protección y defensa de los recursos naturales*” (SENADO DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA, 1993).

Luego de delimitar el área de influencia del distrito, la comunidad beneficiada debe conformar la Asociación de Usuarios de Adecuación de Tierras, los cuales “*estarán organizados, para efectos de la representación, manejo y administración del Distrito, bajo la denominación de asociación de usuarios. Todo usuario de un Distrito de Adecuación de Tierras adquiere por ese sólo hecho la calidad de afiliado de la respectiva asociación y, por lo mismo, le obligan los reglamentos y demás disposiciones que se apliquen a dichos organismos y a sus miembros*” (SENADO DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA, 1993), pero dicha asociación en su actividad económica no debe tener ánimo de lucro.

Los afiliados a la Asociación de Usuarios de Distritos de Adecuación de Tierras deben asumir la administración y operación del sistema. Para tal fin, la junta directiva debe establecer y cobrar una tasa retributiva con el objetivo de cancelar los bienes y servicios requeridos en su operación y mantenimiento. Además, debe cancelar la tasa retributiva a la corporación autónoma regional a la cual pertenezca el distrito. Ninguna asociación puede generar lucro por el cobro de dichas tasas.

Según la UPRA, el proceso de adecuación de tierras en Colombia debe representarse según el siguiente gráfico:

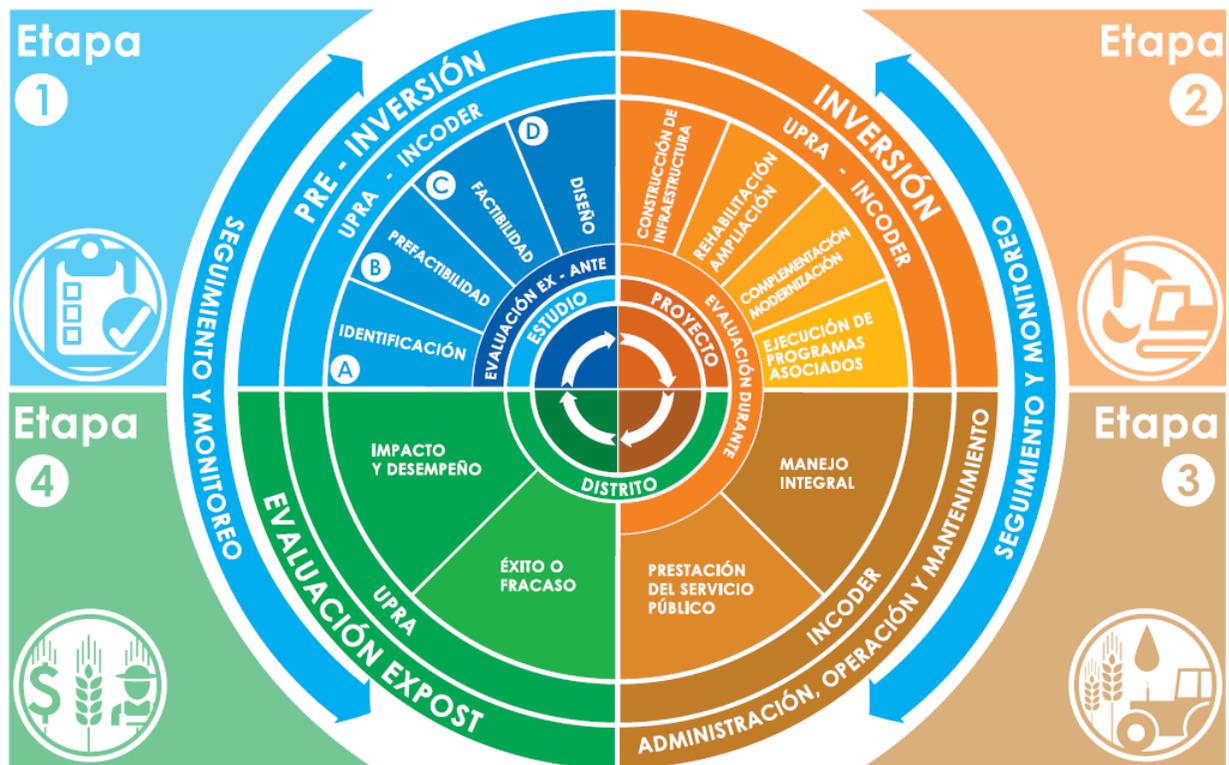


Figura 1. Proceso de adecuación de tierras en Colombia, según la UPRA

Fuente: (UNIDAD DE PLANIFICACIÓN RURAL AGROPECUARIA, UPRA, 2015, pág. 43)

El Instituto Colombiano de Desarrollo Rural, Incoder (en liquidación), determinó que la adecuación de tierras en Colombia debe clasificarse según el área de influencia del distrito en que se encuentre, como se muestra a continuación (tabla 1).

Escala	Área beneficiada
Adecuación de tierras de pequeña escala	Hasta 500 hectáreas
Adecuación de tierras de mediana escala	Entre 500 y 5.000 hectáreas
Adecuación de tierras de gran escala	Mayores a 5.000 hectáreas.

Tabla 1. Clasificación de la adecuación de tierras según escala.

Fuente: (INCODER, 2015)

Esta clasificación establece que la adecuación de tierras en Colombia se determina según su área y el número de usuarios que dependen de la Unidad Agrícola Familiar, UAF. El Incoder define este concepto como “la empresa básica de producción agrícola, pecuaria, acuícola o forestal, cuya extensión permite con su proyecto productivo y tecnología adecuada, generar como mínimo dos salarios mínimos legales mensuales vigentes. Además, permite a la familia remunerar su trabajo y disponer de un capital que contribuya a la formación de su patrimonio” (INSTITUTO COLOMBIANO DE DESARROLLO RURAL, INCODER, 2016).

La adecuación de tierras en pequeña escala requiere una adecuada caracterización social, económica, cultural y políticas institucionales de la región de influencia del proyecto.

A continuación se presentan los datos de los distritos de adecuación de tierras de Colombia según su extensión, si están en operación o no y cuáles se encuentran administrados actualmente por el Incoder.

Distritos reportados en el país	Pequeña escala	696	732
	Mediana escala	18	
	Gran escala	18	
Distritos en funcionamiento	SÍ	522	732
	NO		
Distritos propiedad del Incoder	Pequeña escala	64	76
	Mediana y gran escala	15	

Tabla 2. Resumen de la base datos de los distritos de adecuación de tierras de pequeña, mediana y gran escala reportados en el país, año 2014.

Fuente: (INCODER, 2015)

El principal fin de la adecuación de tierras en Colombia es mejorar los ingresos de las familias campesinas con empresas agropecuarias productivas, supliendo la necesidad hídrica, controlando los excesos del recurso hídrico (drenajes o control de inundaciones) y promoviendo la participación de la comunidad como actor permanente con la puesta en marcha de este sistema, ya

quesos aportes socioculturales y su participación democrática en la estructura organizacional son fundamentales para el éxito de los Distritos de Adecuación de Tierras.

Los principios de la adecuación de tierras se basan en cuatro puntos fundamentales, teniendo en cuenta que cada uno de ellos apoya un desarrollo integral del proyecto y su perduración en el tiempo con criterios ambientales, sociales y económicos.

- 1. Principio de gobernanza y democracia.** Tiene como base la participación ciudadana, la concentración de pequeños y medianos productores con acceso equitativo a los beneficios del Distrito de Adecuación de Tierras, impulsada y promovida por la institucionalidad del sector, en cabeza del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Según lo dispuesto en el Decreto 1985 de 2013, el Consejo Nacional de Adecuación de Tierras, Conat, de reglamentar y promover la articulación intersectorial y multidimensional con el fin de integrar los recursos y esfuerzos interinstitucionales.
- 2. Principio de integridad y desarrollo territorial.** Se impulsa la seguridad alimentaria, aumentando la productividad de las tierras y, por ende, mejorando la calidad de vida de los usuarios. Se formulan planes de sistemas tradicionales agropecuarios, basados en la cultura regional, con fuentes de financiación estatal y privada, teniendo en cuenta subsidios e incentivos que busquen un desarrollo rural con enfoque territorial.
- 3. Principio de planeación y visión prospectiva.** *“La adecuación de tierras incorpora un proceso ordenado de planeación e integración de acciones para la optimización de los recursos, el mejoramiento de las condiciones de vida de los productores y el desarrollo rural integral de la región”* (UNIDAD DE PLANIFICACIÓN RURAL AGROPECUARIA, UPRA, 2015), teniendo en cuenta los siguientes planes: ordenamiento de cuenca, ordenamiento territorial, ordenamiento productivo y ordenamiento social de la propiedad, así como los planes generales y puntuales para el desarrollo del proyecto.
- 4. Principio de sostenibilidad.** Se busca la sostenibilidad social, cultural, técnica, económica, ambiental y financiera, basada en el reconocimiento de la identidad cultural, la diversidad étnica y la diversidad de género; el uso eficiente y racional del suelo y en general los recursos naturales basados en la normatividad ambiental, la gestión del riesgo y la adaptación al cambio climático, buscando el bienestar de las familias de los usuarios.

La UPRA presenta estos principios de la siguiente forma (figura 2).



Figura 2. Principios de la adecuación de tierras.

Fuente:(UNIDAD DE PLANIFICACIÓN RURAL AGROPECUARIA, UPRA, 2015, pág. 45)

Junto con los aportes del Estado en las inversiones de infraestructura y servicios complementarios del Distrito de Adecuación de Tierras, estos principios buscan generar una producción enfocada en la demanda con una orientación regional, nacional e internacional, con gestión, visión empresarial y un empoderamiento organizacional de la comunidad, respetando y protegiendo los recursos naturales, y haciendo uso racional de éstos.

4. MARCO JURÍDICO DE LA ADECUACIÓN DE TIERRAS EN COLOMBIA

Debido a lo complejo de la normatividad en Colombia por el gran número de conceptos que trata, que son sensibles en la implementación de la presente investigación, debemos ser puntuales y desglosar la información hasta un nivel bien específico para contextualizar el marco de aplicación jurídico del presente estudio.

Colombia no ha sido indiferente a la realidad que afronta el planeta en cuanto al manejo de los recursos hídricos, los cuales se han visto gravemente afectados por el cambio climático y por la intervención del hombre como fundamentador de los daños que se generan debido a la contaminación, al despilfarro, a la sobreexplotación, a la tala indiscriminada de árboles, a los asentamientos humanos de manera no planificada, a los rellenos sanitarios de basura, al mal manejo de las aguas servidas y residuales, a la actividad agrícola y pecuaria sin planificación ambiental, que entre otras actividades están atentando no sólo contra la salud sino contra el agua como líquido vital.

Por tal razón, y ante la crisis que sobrevino por cuenta del Fenómeno del Niño durante el segundo semestre del año 2015 y primeros meses del 2016, en aras de salvaguardar el recurso hídrico como fuente de vida indispensable así como motor insustituible de la economía, algunos legisladores presentaron el 16 de marzo de 2016 ante el Senado de la República el Proyecto de Acto Legislativo 11 de 2016, el cual pretende que el agua se considere como derecho fundamental y se incluya un acápite en la Constitución Nacional en los siguientes términos:

PROYECTO DE ACTO LEGISLATIVO NÚMERO 11 DE 2016

“Por el cual se incluye el artículo 11-A dentro del Capítulo I del Título II de la Constitución Política de Colombia.

El Congreso de Colombia

DECRETA:

Artículo 1. Inclúyase el artículo 11-A dentro del Capítulo I del Título II de la Constitución, el cual quedará así:

Artículo nuevo. El acceso al agua es un derecho humano y un recurso natural de uso público esencial para la vida y estratégico para el desarrollo social, ambiental, económico y cultural de Colombia. Su uso prioritario es el consumo humano sin detrimento de su función ecológica. El Estado colombiano debe garantizar el acceso al agua, prevenir el deterioro ambiental y contaminante, velará por la protección, conservación, recuperación y manejo sostenible del recurso hídrico y de los ecosistemas.

Artículo 2. El presente Acto legislativo rige a partir de su promulgación y deroga todas las normas que le sean contrarias” (SENADO DE LA REPÚBLICA, 2016).

Si bien es que cierto en Colombia existen normas que buscan avanzar en el tema de protección y uso razonable del recurso hídrico, la descentralización administrativa y funcional en tema ambiental ha generado un gran número de normas de orden nacional, así como resoluciones, acuerdos y directrices emanados de los diferentes organismos, que por delegación normativa tienen facultades para reglamentar sobre este recurso hídrico, en lo referente a la adecuación de tierras, sin perjuicio de los acuerdos internacionales suscritos por Colombia y que por bloque de constitucionalidad se encuentran incluidos en nuestro ordenamiento interno.

Así las cosas, tenemos que ante la ausencia total de unificación normativa que existe sobre la materia, que en lugar de convertirse en una herramienta efectiva en la regulación puede prestarse a discusiones de orden legal por concepto de prelación normativa, bien sea por vigencias, territorialidad o derogatorias expresas o tácitas, desencadena una inseguridad jurídica que se debe corregir desde el mismo Estado, dándole el carácter de derecho fundamental al agua y dejándolo como titular del mismo y responsable de su suministro y cuidado.

El texto de la norma mencionada es bastante amplio en cuanto a las funciones que quedan en cabeza del Estado, sus verbos rectores abarcan un sinnúmero de funciones, las cuales absorben por analogía diferentes usos conexos del recurso hídrico, que para el caso que nos concierne se

encuadran dentro del inciso tercero del artículo primero (1) cuando establece el “*manejo sostenible del recurso hídrico.*”

El uso eficiente del recurso hídrico se incluye en el anterior presupuesto, toda vez que la sostenibilidad, en lo referente al tema de adecuación de tierras e infraestructura hídrica para uso en el sector agrícola, deriva directamente de la eficiencia como se aplique y utilice este recurso.

Sin embargo, cabe resaltar que el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible no ha sido ajeno al tema del uso eficiente del agua y, por tal motivo, desde marzo de 2014 tiene redactado el proyecto de decreto reglamentario de la Ley 373 de 1997, cuya reglamentación parcial ya está soportada en estudios que acopian bajo una sola normatividad el uso eficiente del recurso hídrico, pero ante la inminencia de la aprobación del proyecto de Acto Legislativo 11 de 2016 es claro, tal y como se plasma en la exposición de motivos de éste, que en aras de evitar un choque de prelación de normas el gobierno espera la aprobación de este proyecto para unificar criterios sobre la materia.

Por esta razón, es pertinente remitirnos a apartes de la exposición de motivos del referido proyecto de Acto Legislativo número 11 de 2016, para contextualizar el fundamento fáctico y normativo para el desarrollo y la implementación de una regulación en lo concerniente al uso eficiente del agua.

4.1. Consideraciones generales

4.1.1. El recurso hídrico en el mundo

“Se ha determinado que el 97,5% del agua en el mundo es salada. El 2,5% corresponde a agua dulce. De este porcentaje, el 79% se encuentra en estado sólido. Del agua dulce en estado líquido del planeta, el 20% se encuentra en acuíferos de difícil acceso, y sólo el 1% del agua dulce en el mundo se encuentra en forma de arroyos y ríos.

Por otro lado, en los estudios sobre los balances hídricos del planeta, realizados por el Instituto Geológico y Minero de los Estados Unidos, solamente el 0,007% de las aguas dulces se encuentran

realmente disponibles a todos los usos humanos directos. De este pequeño porcentaje dependen procesos naturales y sociales vitales para la subsistencia del ser humano.

La incertidumbre sobre el acceso al recurso hídrico de las generaciones presentes y futuras para su consumo, uso doméstico y agrícola son una realidad a nivel nacional; por ello el Estado debe tomar las medidas preventivas para evitar tanto el desabastecimiento como la contaminación del agua y lograr su conservación y sostenibilidad, teniendo en cuenta que todos los seres vivientes y la misma existencia del planeta dependen del agua”(SENADO DE LA REPÚBLICA, 2016).

4.1.2. El agua como recurso esencial para la vida

Diversos estudios han determinado que el ser humano no puede sobrevivir más de cinco días sin agua. El consumo aproximado de agua que requiere un ser humano para subsistir es de tres litros por persona al día, pero sube a 50, incluyendo saneamiento básico mínimo, aseo personal y cocción de alimentos.

En torno al agua no sólo se suplen las necesidades básicas de supervivencia, también se desarrollan actividades económicas, culturales, de recreación y para algunas etnias actividades religiosas.

En algunas regiones sus habitantes viven exclusivamente de actividades como la pesca o el turismo. Si bien estas comunidades tratan de proteger los recursos hídricos su esfuerzo no resulta suficiente, pues no cuentan con las herramientas necesarias para que el derecho al agua para consumo humano prime sobre el uso en actividades económicas que la contaminan y la utilizan de manera indebida.

“Este es un vacío en la legislación colombiana, pues el uso prioritario del agua debe ser el consumo humano para garantizar la supervivencia de ésta y las futuras generaciones, y la realización de su vida social, económica, y cultural”(SENADO DE LA REPÚBLICA, 2016).

4.2. La protección del patrimonio natural colombiano

“Según la FAO, en el ranking de países con mayor disponibilidad de recursos hídricos renovables del Sistema de Información Global sobre el Agua, Colombia es el séptimo país con mayor disponibilidad de recursos hídricos en el mundo, a pesar de los problemas actuales relacionados con el desabastecimiento de agua y la afectación de fuentes hídricas naturales. Adicionalmente, Colombia es el país con mayor superficie de páramos en el mundo, hace parte de los nueve países que concentran el 60% del agua dulce del mundo.

Ranking de países por disponibilidad de recursos hídricos en km^3 ” (SENADO DE LA REPÚBLICA, 2016):

Puesto	País
1.	Brasil (8.233 km^3)
2.	Rusia (4.507 km^3)
3.	Estados Unidos (3.051 km^3)
4.	Canadá (2.902 km^3)
5.	Indonesia (2.838 km^3)
6.	China (2.830 km^3)
7.	Colombia (2.132 km^3)
8.	Perú (1.913 km^3)

Tabla 3. Ranking de países por disponibilidad de recursos hídricos.
Fuente: (FAO, 2015)

“Durante décadas Colombia fue el país con más recursos hídricos después de Canadá, Rusia y Brasil, pero en los últimos años ha venido descendiendo en los índices del patrimonio hídrico por causa de la contaminación del agua generada por factores antrópicos, su uso inadecuado por parte de las empresas industriales, el tratamiento inadecuado de las aguas residuales, la deforestación y el cambio climático, entre otros.

Tal es el caso de los páramos, lagos, lagunas, morichales, ríos, etc., que se encuentran en peligro debido a la exploración y explotación de recursos naturales no renovables por parte de las industrias minera y petrolera, sin estudios previos sobre el estado y ubicación de las aguas conexas. Ejemplo de ello lo vivió el departamento de Casanare con la pérdida de cientos de

chigüiros y otras especies nativas, o en Tumaco donde la población piscícola se ha visto gravemente afectada. Lo anterior, sin mencionar los perjuicios sociales y económicos de sus habitantes, que terminan siendo mayores que los beneficios de regalías que perciben los departamentos.

Adicionalmente, otras actividades se constituyen como factores de deterioro de las fuentes hídricas como la tala indiscriminada de árboles, los asentamientos humanos de manera no planificada, los rellenos sanitarios de basura, el mal manejo de las aguas servidas y residuales, la actividad agrícola y ganadera sin planificación ambiental, que entre otras actividades están atentando no sólo contra la salud sino contra el derecho al agua.

Los estados ya son conscientes de la necesidad de tratar el agua como derecho fundamental y para ello se han firmado convenciones y acuerdos internacionales tendientes a proteger el agua” (SENADO DE LA REPÚBLICA, 2016).

En consecuencia, el conjunto de normas y proyectos de actos legislativos encaminados a estimular el uso racional del recurso hídrico en aras de preservarlo y hacerlo sostenible a largo plazo sólo se han encausado a generar políticas para garantizarlo, pero ninguno en forma efectiva para materializarlo en hechos, salvo el proyecto de decreto reglamentario de la Ley 373 de 1997 de marzo de 2014.

Pese a lo anterior, no podemos ser ajenos al proceso del posconflicto que se avecina, toda vez que uno de los temas tratados es el concerniente al sector agrícola y uno de sus puntos se enfoca en la adecuación de tierras y la asistencia técnica al productor agrícola.

Una vez aprobados dichos acuerdos el Estado colombiano deberá implementar las políticas públicas que permitan una aplicación eficaz del uso eficiente del agua, lo cual se debe articular con la expedición de una normatividad que regule y eventualmente sancione el uso inapropiado del recurso hídrico en su componente de sostenibilidad.

Si bien es cierto que el encargado de expedir dicha normatividad es el Estado, dichas políticas deben estar acordes con la realidad actual del sector agrícola, con los tratados internacionales

suscritos por Colombia sobre el particular y con los aportes que realice el propio campesinado a través de agremiaciones como la Sociedad de Agricultores de Colombia, SAC, como sus representantes.

Durante las deliberaciones de los acuerdos del posconflicto la SAC ha participado activamente presentando propuestas encaminadas a orientar directrices que estimulen la producción del sector y minimicen los impactos que han afectado a este gremio, como las políticas suscritas en los diferentes tratados de libre comercio. Específicamente, en mayo de 2016 presentaron cinco temas para incentivar el desarrollo del agro.

El primero tiene que ver con formalizar las relaciones laborales, lo cual según la SAC requiere una nueva regulación para el ámbito rural, pues en esta materia se manifiesta con mayor fuerza la brecha entre la ciudad y el campo, pues allí la informalidad supera el 60%. Otro tema se refiere a la industrialización agrícola. El tercero propone la reglamentación para la infraestructura del riego y el drenaje. La cuarta sugerencia plantea modificar la actual política de asistencia técnica. El punto final está dedicado al tema arancelario.

La SAC ha sido reiterativa en poner en consideración del gobierno la necesidad de replantear las políticas agrarias que han venido afectando la producción agrícola en el país, como las bajas tasas arancelarias que estimulan la importación de productos frente a las altas tasas de los insumos agrícolas necesarios para la producción, como lo evidenció un informe publicado por la Revista *Semana* el 30 de enero del 2016, el cual expone lo siguiente:

“Aunque Colombia es uno de los seis países del mundo que aún tienen frontera agrícola disponible para sembrar alimentos, sigue importando productos agropecuarios y agroindustriales que podría cultivar. Según la SAC, el año pasado (de enero a noviembre) Colombia registró el más alto nivel de importaciones de productos agropecuarios y agroindustriales de los últimos nueve años. Entraron cerca de 10,6 millones de toneladas por valor de 5.369 millones de dólares, lo que significó un aumento de 9,9 por ciento en volumen. Esta paradoja se debe, según Rafael Mejía, presidente de la SAC, a la falta de una política agraria de Estado que brinde las condiciones necesarias para invertir. Mejía afirma que en un país como Colombia, que tiene una amplia disponibilidad de tierras aptas, no se puede poner en riesgo la seguridad alimentaria, como ha

venido ocurriendo en forma creciente en los últimos años. En 2015, el gobierno anunció el plan Colombia Siembra, que cuenta, según el Ministerio de Agricultura, con 1,6 billones de pesos. Se espera que con éste el país pueda sustituir en el corto plazo parte de los 10 millones de toneladas de alimentos y materias primas agropecuarias que hoy importa, e incluso pueda exportar. Sin embargo, Mejía dice que desde que lanzaron el programa, en octubre del año pasado, no se han presentado acciones concretas para desarrollarlo, teniendo en cuenta que el periodo de ejecución va de 2016 a 2018” (SEMANA, 2016).

Lo anterior denota claramente que aunque exista una voluntad política del Estado para abordar el tema del sector agropecuario no se cuenta con las herramientas jurídicas idóneas para su aplicación. El malestar sobre esta situación se refleja en los diferentes paros agrarios y la inestabilidad de precios, debido a la vulnerabilidad del sector para afrontar los cambios climáticos, que es el principal factor que afecta la producción.

Un pilar fundamental para impulsar las políticas estatales en el tema de adecuación de tierras es la tecnificación del campo y, en especial, la implementación de infraestructura para riego y drenaje, con un acompañamiento técnico y pedagógico que capacite al agricultor para mejorar positivamente la producción agrícola, lo cual además contribuye a la protección del agua desde el punto de vista ambiental, maximizando su uso y garantizando el suministro del recurso hídrico a las generaciones futuras, que como ya indicamos es limitado.

Al respecto Colombia ha promulgado gran cantidad de normas, emanadas de diferentes entidades, donde se regula el uso del recurso hídrico y se contempla que su orientación estará soportada, entre otros, en el aspecto de sostenibilidad ambiental y económica, que abarca por conexidad el uso eficiente del agua, pero no existe una reglamentación particular que defina cómo se debe hacer, qué entidad es la encargada de ejercer ese control ni qué mínimos básicos deben utilizarse. Adicionalmente, no se establecen las sanciones si se sobrepasan esos toques.

Como ejemplo de esta circunstancia citamos el Decreto 3199 de 2002 (27 de diciembre de 2002).

“Por el cual se reglamenta la prestación del Servicio Público Obligatorio de Asistencia Técnica Directa Rural previsto en la Ley 607 de 2000” que en su Artículo sexto, parágrafo, literal f, contempla:

PARÁGRAFO - El Plan General de Asistencia Técnica Directa Rural estará orientado, entre otros, por los siguientes aspectos: f).La sostenibilidad ambiental y económica”(PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA, 2002).

Este decreto evidencia que el Estado es consciente de la importancia del cuidado de los recursos hídricos pero no plantea mecanismos regulatorios, como una política gubernamental para la protección y manejo eficiente de éstos.

En el tema sancionatorio también se denotan vacíos jurídicos, como se constata en el acápite de los delitos ambientales de la Ley 599 del 2000, por la cual se reglamenta el código penal, y que en lo referente al agua sólo tiene previstas dos sanciones de tipo penal en los siguientes eventos:

Artículo 331. Daños en los recursos naturales. El que con incumplimiento de la normatividad existente destruya, inutilice, haga desaparecer o de cualquier otro modo dañe los recursos naturales a que se refiere este título, causándoles una grave afectación o a los que estén asociados con éstos o se afecten áreas especialmente protegidas incurrirá en prisión de dos (2) a seis (6) años y multa de cien (100) a diez mil (10.000) salarios mínimos legales mensuales vigentes.

La pena se aumentará de una tercera parte a la mitad cuando la conducta se realice con fines terroristas, sin que la multa supere el equivalente a cincuenta mil salarios mínimos legales mensuales vigentes.

Artículo 333. Contaminación ambiental culposa por explotación de yacimiento minero o hidrocarburo. El que por culpa al explorar, explotar o extraer yacimiento minero o de hidrocarburos, contamine aguas, suelo, subsuelo o atmósfera, incurrirá en prisión de dos (2) a cinco (5) años, y multa de cien (100) a cincuenta mil (50.000) salarios mínimos legales mensuales vigentes” (SENADO DE LA REPUBLICA, 2000).

Es claro que la amplitud de la norma contempla como típica conductas como “...destruya, inutilice, haga desaparecer o de cualquier otro modo dañe los recursos naturales a que se refiere este título, causándoles una grave afectación o a los que estén asociados con estos...”, se puede aplicar por

remisión el manejo irresponsable del recurso hídrico y como ya se planteó deberá existir un compendio normativo claro y expreso que indique cuándo la conducta se convierte en típica y genera la respectiva sanción penal.

Esto demuestra que existen políticas estatales y se encuentran plasmadas en diferentes promulgaciones legislativas, tal vez la más importante haya sido la creación e implementación del programa Agro Ingreso Seguro, AIS, que en virtud de la Ley 1133 de 2007 consagró: “destinado a proteger los ingresos de los productores que lo requieran, ante las distorsiones derivadas de los mercados externos y a mejorar la competitividad de todo el sector agropecuario nacional, con ocasión de la internacionalización de la economía colombiana”.

Que para efectos de materializar el objetivo principal de la norma distribuyó los apoyos estatales de la siguiente manera:

“Artículo 5. Apoyos para la competitividad. Los incentivos para la competitividad tendrán en cuenta las cadenas productivas y estarán determinados por los siguientes instrumentos:

1. Incentivos a la productividad. Este componente incluye la destinación de recursos del programa orientados a fortalecer la asistencia técnica, el desarrollo y transferencia de tecnología; así mismo, promover la cultura de buenas prácticas agrícolas y pecuarias, la asociatividad entre los productores y cofinanciar la adecuación de tierras e infraestructura de riego y drenaje”(SENADO DE LA REPÚBLICA, 2007).

Este programa tenía como objetivo fortalecer y capacitar el sector agrícola, incluyendo la asistencia técnica y económica en la implementación de infraestructura para adecuación de tierras en sistemas de riego y drenaje. Sin embargo, en lo referente al uso eficiente del agua el programa no contemplaba las cantidades que se podían utilizar, la forma de medición, el organismo de control que tendría a su cargo dicha labor y las posibles sanciones ante su inobservancia.

De cara al posconflicto Colombia debe crear una reglamentación clara, eficaz y eficiente, que permita el control por parte de una autoridad competente, designada jurídicamente, que vigile e imponga las sanciones correspondientes.

Además de esto, se debe intensificar y articular el apoyo técnico a los productores rurales y adecuar las tierras con sistemas de riego y drenaje tecnificados, acorde con las necesidades propias del terreno, del clima, del cultivo y, por ende, de la disponibilidad de acceso al recurso hídrico para maximizar su uso y prepararlos ante un eventual periodo de escasez que mitigue las afectaciones a los cultivos y consecuentemente a la calidad de vida del productor y a la propia economía nacional.

Con ese fin el gobierno nacional promulgó el Decreto 1987 de 2013, por medio del cual organizó el sistema de coordinación de actividades públicas, privadas y de inclusión social para el cumplimiento del Pacto Nacional por el Agro y el Desarrollo Rural, suscrito por los titulares de las carteras de Agricultura y Desarrollo Rural y de Trabajo, en el cual se articulan las políticas para preparar al sector agrícola frente a los tratados de libre comercio, así fortalecerlo de cara al posconflicto, donde deberá reestructurarse la asesoría y apoyo por parte de la nación y el sector privado, abordando temas como la restitución de tierras, la sustitución de cultivos ilícitos, el regreso de la población desplazada y la redistribución de las tierras para ampliar las fronteras agrícolas con estándares de calidad y eficiencia para robustecerlo y pueda competir en condiciones de igualdad ante la entrada de productos importados.

Si bien es cierto que la implementación de estas políticas se encuentra prevista la SAC, como coordinadora del Congreso Agrario Nacional de la Sociedad de Agricultores de Colombia, que celebrará su edición XXXVII en Bogotá en noviembre, pretende dejar clara la Visión Renovada del Campo, según la cual si se quiere tener un futuro estable es indispensable incluir al pequeño, mediano y gran productor para sentar las bases de una verdadera Política Agraria de Estado en Colombia, buscando la reducción de la brecha de pobreza entre el sector rural y el urbano a través de la interacción entre los diferentes ministerios con la cartera de Agricultura y Desarrollo Rural.

“Se trata de la oportunidad para conocer las principales lecciones que se derivan de la experiencia internacional en materia de desarrollo rural, la superación de conflictos y la búsqueda de la paz, y los lineamientos de la política actual de desarrollo agropecuario y rural en Colombia, a propósito del Pacto Nacional por el Agro y el Desarrollo Rural. Así mismo, se debatirán las herramientas de política más relevantes en torno al ordenamiento y uso eficiente y sostenible de la tierra para la producción agropecuaria y el desarrollo rural y la nueva arquitectura institucional para el desarrollo agropecuario y rural” (SAC, 2015).

Este congreso es importante porque es la oportunidad para exponer las falencias técnicas y jurídicas que impiden implementar políticas agrarias enmarcadas en el posconflicto y generar así la normatividad requerida para su efectiva aplicación.

Cabe aclarar que si bien Colombia como Estado soberano tiene potestad para proferir normas que regulen el uso del recurso hídrico, que por su naturaleza es de propiedad exclusiva de la nación, no puede separarse de los tratados internacionales suscritos, los cuales adquieren carácter de bloque de constitucionalidad y están integrados al ordenamiento jurídico interno. No se pueden desconocer; por el contrario, hay que asimilarlos y articularlos.

4.3. Bloque de constitucionalidad

Entre los tratados suscritos podemos mencionar los siguientes, que fueron incluidos en la exposición de motivos del proyecto de acto legislativo número 11 de 2016, citado anteriormente.

“En Colombia, los artículos 93, 94 y 214 de la Carta Constitucional crean un puente de implementación a través del cual el Derecho Internacional de los Derechos Humanos y el Derecho Internacional Humanitario se integran en el Derecho colombiano en virtud de la figura del bloque de constitucionalidad. El efecto principal de ello es brindar rango constitucional a los instrumentos internacionales ratificados por el Estado colombiano y la obligación de armonizar y adaptar el derecho interno a los compromisos internacionales del Estado colombiano, y por consecuencia, la evolución en materia de protección y garantía de los Derechos Humanos en el ámbito interno” (SENADO DE LA REPÚBLICA, 2016).

Los siguientes son algunos acuerdos suscritos por Colombia con el propósito de proteger el agua y los recursos naturales para ésta y las futuras generaciones:

a) *El Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales*

“Suscrito por el Estado colombiano el día 21 de diciembre de 1966 y ratificado mediante Ley 74 de 1968. El instrumento internacional hace alusión a que todos los pueblos pueden disponer libremente

de sus riquezas y recursos naturales. Que los estados partes en el presente pacto reconocen el derecho de toda persona a un nivel de vida adecuado para sí y su familia, incluso alimentación, vestido y vivienda adecuados, y a una mejora continua de las condiciones de existencia; por lo tanto, los estados partes en el presente pacto reconocen el derecho de toda persona al disfrute del más alto nivel posible de salud física y mental. De ahí que el Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, órgano competente para emitir interpretaciones acerca del contenido del pacto, adoptó en el año 2002 la Observación General número 15, por medio de la cual estableció que: El derecho humano al agua es el derecho de todos a disponer de agua suficiente, salubre, aceptable, físicamente accesible y asequible para uso personal y doméstico. Una cantidad adecuada de agua es necesaria para prevenir la muerte por deshidratación, para reducir el riesgo de enfermedades relacionadas con el agua y satisfacer requerimientos de consumo, cocina, de higiene personal y doméstica” (SENADO DE LA REPÚBLICA, 2016).

En materia ambiental los esfuerzos de Colombia son insuficientes. Hace apenas unos años se empezó a dar importancia a la protección del medio ambiente y a lograr que los recursos sean sostenibles, contrario a otros países que ya incluyen el agua como un derecho fundamental. Colombia sigue atrasada en estas medidas, a pesar de estar sufriendo las consecuencias del calentamiento global y los fenómenos del cambio climático, que están afectando varias regiones en todo el país.

- a. *“La Declaración de Estocolmo (1972) sobre el Medio Humano inició con 26 principios no vinculantes: i) Derecho fundamental a la libertad, igualdad y el disfrute de condiciones de vida adecuadas en un medio de calidad que le permita llevar una vida digna a las futuras generaciones. ii) Preservación de los recursos naturales en beneficio de las generaciones presentes y futuras. iii) Necesidad de impedir la contaminación de los mares y poner fin a la descarga de sustancias tóxicas, la importancia de la asistencia financiera y tecnológica, necesidad de confiar a instituciones nacionales la planificación, gestión y control de la utilización de los recursos naturales, y iv) Necesidad de educación ambiental, desarrollo económico y social indispensable para asegurar al hombre un ambiente de vida y trabajo favorable” (SENADO DE LA REPÚBLICA, 2016).*

- b. *“La Declaración sobre las Responsabilidades de las Generaciones Actuales para con las Generaciones Futuras de la Unesco, 1997, planteaba en sus artículos 4°, 5°, 6°, 8° y 10°*

que un ambiente sano hace parte del patrimonio común con que la humanidad va a afrontar su desarrollo científico y económico y la preservación de la especie en el futuro”(SENADO DE LA REPÚBLICA, 2016).

Entre las obligaciones de las generaciones presentes se cuentan la libertad de elección de las futuras generaciones para escoger su sistema político, económico y social y preservar su diversidad cultural y religiosa, el mantenimiento y perpetuación de la humanidad, la preservación de la vida en la Tierra y la diversidad biológica, el genoma humano, la diversidad y el patrimonio cultural, la paz, el desarrollo, la educación y la no discriminación.

Especial atención merece el Artículo 8° de esta declaración, donde se establece que el patrimonio común de la humanidad no se puede comprometer de manera irreversible.

b) “En la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible (Declaración de Johannesburgo) sobre el Desarrollo Sostenible se pactaron cláusulas en pro del compromiso de los gobiernos para la protección del medio ambiente:

“Nosotros, los representantes de los pueblos del mundo, reunidos en la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible en Johannesburgo (Sudáfrica) del 2 al 4 de septiembre de 2002, reafirmamos nuestro compromiso en pro del desarrollo sostenible.

Nos comprometemos a construir una sociedad mundial humanitaria y equitativa y generosa, consciente de la necesidad de respetar la dignidad de todos los seres humanos” (SENADO DE LA REPÚBLICA, 2016).

“Por consiguiente, asumimos la responsabilidad colectiva de promover y fortalecer en los planos local, nacional, regional y mundial, el desarrollo económico, el desarrollo social y la protección ambiental, pilares interdependientes y sinérgicos del desarrollo sostenible” (SENADO DE LA REPÚBLICA, 2016).

“Desde este continente, cuna de la humanidad, proclamamos, por medio del Plan de Aplicación de las Decisiones de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible y la presente Declaración,

nuestra responsabilidad hacia nuestros semejantes, hacia las generaciones futuras y hacia todos los seres vivientes.

Reconociendo que la humanidad se encuentra en una encrucijada, nos hemos unido resueltos a responder de manera positiva a la necesidad de formular un plan práctico y concreto que nos permita erradicar la pobreza y promover el desarrollo humano.

Estamos de acuerdo en que éste debe ser un proceso inclusivo en el que han de intervenir todos los grandes grupos y gobiernos que han participado en la histórica Cumbre de Johannesburgo.

Nos comprometemos a aunar esfuerzos, resueltos a salvar nuestro planeta, promover el desarrollo humano y lograr la prosperidad y la paz universales.

Nos comprometemos a cumplir el Plan de Aplicación de las Decisiones de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible y a acelerar la consecución de los objetivos socioeconómicos y ambientales en los plazos que allí se fijan.

Desde el continente africano, cuna de la humanidad, nos comprometemos solemnemente, ante los pueblos del mundo y las generaciones que heredarán la Tierra a actuar para que se haga realidad el desarrollo sostenible, que es nuestra aspiración común.

Conferencia de Rio de Janeiro sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, 1992. En esta cumbre política, con fuerte sesgo económico, se discutieron no sólo las formas y métodos para preservar el medio ambiente sino los criterios para asegurar la participación de todos los pueblos en los beneficios que racionalmente pueden obtenerse de los recursos naturales”(SENADO DE LA REPÚBLICA, 2016).

Es la convocatoria más importante a nivel mundial sobre la protección del derecho ambiental y, en especial, la protección del agua. Asistieron 178 países, 112 de ellos representados por sus jefes de Estado y de gobierno.

La Declaración de Rio sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo reafirma la Declaración de Estocolmo y proclama 27 principios que buscan establecer una alianza mundial nueva y equitativa

mediante la creación de nuevos niveles de cooperación entre los Estados, los sectores claves de las sociedades y las personas, y alcanzar acuerdos internacionales en los que se respeten los intereses de todos y se proteja la integridad del sistema ambiental y de desarrollo mundial. Los principios son los siguientes:

- Derecho a un medio ambiente adecuado (1)
- Derechos de acceso: información - participación - justicia (10)
- Implementación nacional del desarrollo sostenible (3, 4, 8, 20, 21)
- Deber de cooperar (5, 6, 7, 9, 12, 18, 19)
- Deber de evitar el daño ambiental (2, 14, 17, 24)
- Deber de reparar el daño ambiental (10, 13)
- Deber de adoptar legislaciones ambientales (11)
- Principio contaminador - pagador (16)
- Reconocimiento del derecho de las minorías (22, 23)
- Principio (enfoque) de precaución (15)
- Indisolubilidad de la paz, el desarrollo y la protección ambiental (25, 26)

“La Declaración de Río generó instrumentos jurídicamente vinculantes como el Convenio sobre la Diversidad Biológica, el Convenio Marco de las NU sobre el Cambio Climático y las bases para la formulación y negociación de la Convención de Lucha contra la Desertificación y la Sequía einstrumentos jurídicamente no vinculantes como la Declaración sobre Bosques y Agenda 21” (SENADO DE LA REPÚBLICA, 2016).

Por su parte, el XXXVII Congreso Agrario Nacional debe servir para que Colombia sea consciente de la realidad internacional, que ha impuesto la imperativa necesidad de darle el carácter de sostenibles a los recursos ambientales, cuyo pilar fundamental es el uso eficiente del agua, generando conciencia en la población y especialmente en los productores.

Para contextualizar esta tendencia mundial, a continuación presentamos una tabla comparativa de la legislación imperante en algunos países y que viene dentro de la exposición de motivos del Proyecto de acto legislativo número 11 de 2016.

4.4.Derecho comparado

Algunos países que han establecido como fundamental el derecho al agua son los siguientes:

PAÍS	REFERENCIA CONSTITUCIONAL
Argentina	El poder judicial de la República de Argentina, haciendo uso de la cláusula de apertura de la Constitución consagrada en el numeral 22 del artículo 75 de la Carta Política, que otorga jerarquía constitucional a los tratados internacionales sobre derechos humanos, ha establecido que el acceso al servicio de agua es un derecho fundamental.
Bolivia	La Constitución Política de la República de Bolivia incorpora dentro de su texto el derecho fundamental al agua potable en varios de sus artículos. El artículo 16 establece: Toda persona tiene derecho al agua y a la alimentación. En el artículo 20 consagra que: Toda persona tiene derecho al acceso universal y equitativo a los servicios básicos de agua potable, alcantarillado, electricidad, gas domiciliario, postal y telecomunicaciones. El acceso al agua y alcantarillado constituyen derechos humanos, no son objeto de concesión ni privatización y están sujetos a régimen de licencias y registros, conforme a ley.
Ecuador	La República del Ecuador, en el artículo 12 de su Constitución, consagra el derecho al agua en los siguientes términos: El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida.
Italia	En Sentencia número 259 de 1996 la Corte Constitucional italiana sostuvo que el agua es un bien primario en la vida del hombre, configurado como recurso para salvaguardar, caracterizado por ser un derecho fundamental tendiente a mantener íntegro el patrimonio ambiental.
Bélgica	El Alto Tribunal de la Jurisdicción Constitucional del Estado Federal de Bélgica, en Sentencia número 036 de 1998, reconoció la existencia de un derecho al agua. Esta corporación señaló que este derecho se deriva del artículo 23 de la Constitución y de Capítulo 18 del Programa 21 aprobado en junio de 1992 en Rio de Janeiro por la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo.

Tabla 4. Países que han establecido el derecho al agua como fundamental
Fuente: (SENADO DE LA REPÚBLICA, 2016)

Como se ha expuesto, el tema de la regulación sobre políticas ambientales en Colombia está bien soportado pero se evidencia la carencia de normatividad para su aplicación y hacer efectivos y tangibles sus efectos.

Pese a lo anterior es pertinente destacar que nuestro ordenamiento jurídico siempre ha sido claro y expreso en denotar que la propiedad del agua recae en la titularidad del Estado y él es el llamado a administrar y disponer de ésta y por extensión a preservarla y garantizar su sostenibilidad.

Así las cosas, son varias las disposiciones que reiteran esta premisa y adquieren carácter constitucional, jurisprudencial y normativo que sirven como soporte para políticas futuras en lo referente al cobro por el uso del agua en actividades diferentes al servicio personal y domiciliario al cual tienen derecho todos los habitantes del territorio nacional.

En lo concerniente al aprovechamiento económico de los recursos naturales cabe hacer precisión sobre los soportes jurídicos que respaldan la facultad del Estado para disponer del recurso hídrico.

En Sentencia C-983 de 2010 la Corte reiteró lo establecido en los artículos 332, 334, 360 y 80 de la Constitución Política, en cuanto a que el Estado es el propietario del subsuelo y de los recursos naturales no renovables y tiene facultad para intervenir en su explotación y en el uso del suelo, así como sobre su planificación, manejo y aprovechamiento.

Se ha determinado la constitucionalidad del precepto que estatuye que los minerales de cualquier clase y ubicación, yacentes en el suelo o el subsuelo, en cualquier estado físico natural son de exclusiva propiedad del Estado, sin consideración a que la propiedad, posesión o tenencia de los terrenos donde se encuentren sean de otras entidades públicas, de particulares o de comunidades o grupos étnicos. En relación con estas disposiciones superiores ha manifestado también la jurisprudencia de la Corte que el Estado, como propietario del subsuelo y de los recursos naturales no renovables, tiene la obligación de conservar estos bienes y del usufructo de los derechos económicos que se deriven de su explotación. Sin embargo, en virtud de los objetivos macroeconómicos del gobierno, se ha creado una brecha entre el deber de la protección, garantía y conservación de los recursos naturales por parte del Estado que pone en peligro la conservación de los ecosistemas estratégicos y del recurso agua para las futuras generaciones.

El Estado se encuentra facultado para intervenir, por mandato de ley, en la explotación de los recursos naturales, en el uso del suelo, en la producción, distribución, utilización y consumo de los

bienes con el fin de lograr el crecimiento económico y el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes, pero a través de los años hemos visto el daño ambiental que produce la exploración y explotación indiscriminada de nuestros recursos no renovables, especialmente el agua, que es el más importante y vital para la supervivencia y desarrollo de las naciones. A pesar de las disposiciones de compensación establecidas en la ley por usos de agua, el recurso se ve amenazado en su calidad y cantidad como consecuencia de las actividades económicas y el desperdicio por parte de los usuarios.

El derecho internacional y el nacional han promovido una serie de políticas de planificación dirigidas a la protección ambiental y de la biodiversidad, en armonía con el aprovechamiento de los recursos naturales (artículo 80 C. P.). Todo lo anterior, en el marco de la función ecológica de la propiedad (artículo 58 C. P.), el respeto por el derecho a un medio ambiente sano y su protección, de conformidad con los tratados internacionales que en materia ecológica se han ratificado (artículos 9º, 94 y 226 C. P.)(SENADO DE LA REPÚBLICA, 2016).

Estos pronunciamientos jurisprudenciales y doctrinarios vienen aparejados con inclusiones en la Carta Constitucional y en la normatividad específica, que para el caso particular son los siguientes:

4.5. Constitución Política de Colombia (1991)

“El artículo 79 establece que es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines, así como garantizar el derecho de todas las personas a gozar de un ambiente sano” (CORTE CONSTITUCIONAL DE COLOMBIA, 2015, pág. 25).

“El artículo 102 establece: El territorio, con los bienes públicos que de él forman parte, pertenecen a la Nación” (CORTE CONSTITUCIONAL DE COLOMBIA, 2015, pág. 29). Estos bienes se catalogan como de dominio público, teniendo en cuenta su finalidad a un uso, un servicio público o al fomento de la riqueza nacional, variedades que a su vez determinan la afectación de los bienes de dominio público, del derecho internacional y de los tratados internacionales.

La Constitución Política de Colombia recoge los criterios del Derecho Público Internacional en lo referente al régimen jurídico de las aguas marinas, aguas de los mares o aguas marítimas, e incorporan los recursos naturales que se hallen dentro de la denominada zona económica exclusiva como parte del territorio colombiano.

4.5.1. Código Civil

El Código Civil también regula en materia de agua sobre las no marítimas o continentales en sus artículos 674, 677 y 678.

***Artículo 674: Bienes públicos y de uso público.** Se llaman bienes de la unión aquellos cuyo dominio pertenece a la República.*

***Artículo 677. Propiedad sobre las aguas.** Los ríos y todas las aguas que corren por cauces naturales son bienes de la unión, de uso público en los respectivos territorios.*

Exceptúense las vertientes que nacen y mueren dentro de una misma heredad: su propiedad, uso y goce pertenecen a los dueños de las riveras y pasan con éstos a los herederos y demás sucesores de los dueños.

***Artículo 678. Uso y goce de bienes de uso público.** El uso y goce que para el tránsito, riesgo, navegación y cualesquiera otros objetos lícitos, corresponden a los particulares en las calles, plazas, puentes y caminos públicos, en ríos y lagos, y generalmente en todos los bienes de la unión de uso público, estarán sujetos a las disposiciones de este Código y a las demás que sobre la materia contengan las leyes.*

Si, además, su uso pertenece a todos los habitantes de un territorio como el de calles, plazas, puentes y caminos se llaman bienes de la unión de uso público o bienes públicos del territorio.

Los bienes cuyo uso no pertenece generalmente a los habitantes se llaman bienes de la Unión o bienes fiscales.

4.5.2. Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente

En el artículo 80 se establece que:

“El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en las zonas fronterizas”(SENADO DE LA REPÚBLICA, 2016).

Para explotar estos recursos se han creado mecanismos legales como los contratos de concesión que celebran las entidades estatales para otorgar a una persona la prestación, operación, explotación, organización, gestión total o parcial de un servicio público, la construcción, explotación o conservación de una obra o bien destinado al servicio o uso público, así como aquellas actividades necesarias para la adecuada prestación o funcionamiento de la obra o servicio por cuenta y riesgo del concesionario y bajo la vigilancia y control de la entidad contratante, a cambio de una remuneración que puede consistir en derechos, tarifas, tasas, valoración o en la participación que se le otorgue en la explotación del bien, o en una suma periódica, única o porcentual y en general, en cualquier otra modalidad de contraprestación que las partes acuerden.

Sin embargo, como ya se mencionó, este carácter retributivo ha alentado el uso indebido del agua con el precepto del que contamina paga, a todas luces descontextualizado en una época de cambio climático, donde el agua se vuelve un factor estratégico para el desarrollo económico, social y cultural para la supervivencia humana.

“Por eso necesitamos urgentemente el control, vigilancia, protección, explotación y buen manejo del recurso agua estableciendo a nivel nacional políticas estratégicas de conservación y modos de producción que garanticen la protección de nuestro recurso hídrico”(SENADO DE LA REPÚBLICA, 2016).

Una vez verificada la información referente al uso eficiente del agua desde el punto de vista jurídico podemos concluir que si bien es cierto existe la voluntad política del Estado colombiano para generar cambios e incentivos en el sector agrícola aún se evidencia una desarticulación entre las diferentes ministerios y la cartera de Agricultura y Desarrollo Rural, así como entre las entidades encargadas de propender por su desarrollo.

El sector privado también debe aumentar su participación y comprometer sus recursos, no sólo económicos sino pedagógicos y tecnológicos, en aras de impulsar al productor a crear conciencia sobre el uso responsable y sostenible de los recursos naturales renovables y no renovables.

Ad portas de un proceso de posconflicto, en el cual uno de los acuerdos pilares de la negociación es el tema agrícola, es indispensable que el gobierno empiece a esbozar las políticas que se implementarán para su articulación, porque sin una reglamentación completa es difícil hacerlo efectivo.

Los acuerdos de libre comercio suscritos entre el gobierno nacional y otros países obligan a que se blinde la producción nacionales para hacerla competitiva ante economías con políticas agrícolas más sólidas.

Colombia tiene en su territorio una amplia frontera agrícola subutilizada por efectos del mismo conflicto interno y por la ausencia de apoyo más efectivo al sector agrícola por parte del Estado y el sector privado, que han dejado a su suerte al productor nacional para enfrentar los retos económicos planteados.

Un punto al que el gobierno le debe prestar especial atención es el uso eficiente del recurso hídrico como pilar fundamental para el fortalecimiento del agro.

5. PARÁMETROS DE DISEÑO DE UN DISTRITO DE ADECUACIÓN DE TIERRAS, TENIENDO EN CUENTA LA ESTRUCTURA PARCELARIA Y EL PROYECTO PRODUCTIVO

El tema de la adecuación de tierras en Colombia ha pasado por diferentes entidades gubernamentales adscritas al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, MADR. La Unidad de Planificación Rural Agropecuaria, UPRA, creada por el Decreto 4145 de 2011, actualmente es la encargada del diseño estratégico de las políticas agrarias, para lo cual ha desarrollado los documentos “Preinversión en proyectos de adecuación de tierras” y “Guía para preinversión en proyectos de adecuación de tierras”, con el fin de que la adecuación de tierras en Colombia, sin importar su tamaño, se desarrolle de manera estructurada y técnica, defendiendo la identidad cultural de las comunidades, la riqueza del ambiente y su biodiversidad, la legalización de la tenencia de los predios, la capacitación permanente y el enfoque productivo según la vocación de los territorios objeto de la adecuación.

La metodología desarrollada por la UPRA en el año 2015 presentó las etapas y subetapas para la estructuración de un proyecto de adecuación de tierras, como se describe a continuación.

5.1. Identificación

En el proceso de adecuación de tierras existe la subetapa de identificación, que consiste en el análisis básico del área que se va a intervenir y la población beneficiaria de su entorno. Este perfil se elabora con fuentes secundarias de información, realizando evaluaciones preliminares de los diferentes aspectos relacionados con el proyecto.

Entre los estudios de identificación se deben abordar temas relacionados con unidades territoriales, aspectos demográficos (población que se va a beneficiar), información espacial, aspectos culturales, político-institucionales, seguridad alimentaria, ordenamiento de la propiedad rural, función social y ecológica de la propiedad rural y ordenamiento territorial, además se deben adelantar de manera simultánea las gestiones para promover la organización y la participación comunitaria, la vinculación y compromisos de los posibles beneficiarios.

5.1.1. Unidad territorial

Se identifican las unidades territoriales que conforman el área de influencia del proyecto, su distribución, su jurisdicción municipal y se efectúa una visión general del sector, es decir, se tiene presente la distribución predial de acuerdo con los posibles beneficiarios y su participación económica en la ejecución de las obras. Según los mecanismos de financiación estatal directa, programas y convocatorias “*el aporte de recursos públicos dependerá del tipo de obras y posibles beneficiarios de conformidad con el acuerdo 191 de 2009 del Incoder, sobre la clasificación de beneficiarios de la siguiente manera:*

- a) *Obras públicas (de interés general) 100% del aporte del Estado.*
- b) *Obras sujetas de recuperación: el aporte del Estado depende del tipo de beneficiarios, así:*

Tipo de usuario	Aporte público
Pequeño	80% + 10%
Mediano	75%
grande	65%

Tabla 5. Clasificación del tipo de usuario.

Fuente: (UNIDAD DE PLANEACIÓN RURAL AGROPECUARIA, UPRA, 2015, pág. 25)

Para los pequeños beneficiarios se adiciona un 10%, establecido por el artículo 25 de la Ley 41 de 1993” (UNIDAD DE PLANEACIÓN RURAL AGROPECUARIA, UPRA, 2015, pág. 26).

5.1.2. Información demográfica

Se debe tener en cuenta el total de la población que se va a beneficiar, según grupos de edad, nivel de escolaridad, sexo, madres cabeza de familia, condición étnica, condición social y económica (comunidades étnicas, campesinos, empresarios, ganaderos, agricultores, entre otros).

Con este tipo de información se busca identificar los planes de desarrollo o esquemas de ordenamiento territorial vigentes correspondientes al municipio.

5.1.3. Información espacial

Estos estudios permiten identificar variables referidas a los servicios públicos y sociales por cada una de las unidades territoriales que conforman el área de influencia del proyecto:

- a) Caracterización geográfica general del área de influencia del proyecto.
- b) Descripción de las características de los servicios públicos (agua potable, alcantarillado, energía, telecomunicaciones y manejo de residuos sólidos).
- c) Descripción de las características sociales (salud, educación, vivienda y otro tipo de instituciones comunitarias).
- d) Descripción de la infraestructura de transporte (vial, aérea, ferroviaria y fluvial).

5.1.4. Información cultural

En el análisis de esta información se debe tener en cuenta el uso de los recursos naturales, el enfoque de género y las comunidades étnicas.

- a) **Recursos naturales.** Se realiza una descripción de los recursos naturales, enfocado principalmente en el recurso hídrico, además de los usos culturales y tradicionales que efectúan los posibles beneficiarios.
- b) **Enfoque de género.** Se especifican las funciones desempeñadas por la mujer en las comunidades, en cuanto a los procesos productivos y en la familia.
- c) **Comunidades étnicas.** Si existen comunidades étnicas en el área de influencia del proyecto se debe presentar una descripción social y cultural que considere la tenencia del territorio, su demografía, su economía tradicional con los sistemas productivos y tecnología tradicional.
- d) **Organización social.** Se describen los tipos de organización colectiva, los representantes legales y las autoridades tradicionales reconocidas legítimamente como juntas de acción comunal, cooperativas de productores y cabildos indígenas.

5.1.5. Información político institucional

Se deben identificar y considerar las instituciones y la organización comunitaria, es decir, reconocer su presencia (pública y privada) en el área de influencia del proyecto y los programas que se desarrollan. Además identificar y describir los espacios de participación, líderes, representantes y actividades que se desarrollan en las organizaciones establecidas.

5.1.6. Seguridad alimentaria

Es importante identificar si el proyecto contribuye a la seguridad alimentaria (producción de alimentos para el mejoramiento de la nutrición), cultivo de pancoger de los posibles beneficiarios del proyecto y su dinámica en el desarrollo de la vida familiar.

5.1.7. Ordenamiento social de la propiedad

El ordenamiento social de la propiedad tiene los alcances y derechos del predio, su situación legal o la relación que tiene cada posible beneficiario del proyecto y su título sobre el inmueble, teniendo en cuenta que puede estar en propiedad, posesión, ocupación o tenencia (contrato de arrendamiento).

5.1.8. Función social y ecológica de la propiedad rural

La función social y ecológica de la propiedad rural busca una explotación agropecuaria en el predio acorde con la normatividad ambiental, que proteja los recursos agua y suelo, dando la base de la adecuación de tierra en Colombia.

Según la legislación vigente existen restricciones para el uso y la explotación del suelo, entre ellas se debe evitar el traslape con áreas de restricción establecido en los instrumentos de ordenamiento ambiental y territorial, teniendo en cuenta las zonas excluyentes y condicionantes.

Excluyentes:

- a) Sistema de parques nacionales (parques nacionales, reserva natural, área natural única, santuario de fauna y flora).
- b) Parques naturales regionales.
- c) Áreas arqueológicas protegidas.
- d) Páramos.
- e) Reservas forestales protectoras.
- f) Suelo urbano.

Condicionantes

- a) Reserva de la biosfera.
- b) Humedales Ramsar, otros humedales, cuerpos de agua y drenajes dobles.
- c) Reservas forestales.
- d) Tierras de comunidades negras.
- e) Distrito de manejo integrado.
- f) Distrito de conservación de suelos.
- g) Áreas de recreación.
- h) Reservas naturales de la sociedad civil, RNSC.
- i) Áreas de patrimonio mundial, paisajes naturales.
- j) Zonas de reserva campesina.

Se deben definir claramente las características ambientales del área de influencia del proyecto, incluyendo los ecosistemas existentes, aspectos bióticos y abióticos.

5.1.9. Ordenamiento territorial

Para la ejecución y desarrollo del proyecto se deben tener en cuenta los planes de ordenamiento y manejo de la cuenca (Pomca), definidos por la Corporación Autónoma Ambiental, y el plan de ordenamiento territorial (POT), definido por el municipio o sectores donde se localice el proyecto.

Se debe cumplir lo reglamentado en el Pomca, como fuente de abastecimiento de agua, y no deben de existir conflictos de uso para que el proyecto no vaya en contravía con los planes de ordenamiento de cuenca y de ordenamiento territorial. Es decir, el proyecto se debe ubicar en zonas de desarrollo agropecuario, además de tramitar exitosamente los permisos requeridos ante la Corporación Autónoma Ambiental, como la concesión de aguas requeridas en una o más fuentes, la intervención de caucey demás autorizaciones ambientales requeridas.

5.2. Prefactibilidad

Luego de superada la subetapa de identificación se inicia la de prefactibilidad del distrito de adecuación de tierras. Este es un procedimiento en el que se realizan estudios más específicos y se plantean alternativas sobre la base de un mayor detalle en información sociocultural, organizacional, técnica, ambiental, económica y financiera, basada en reducir al mínimo la incertidumbre en la toma de decisiones.

Los aspectos socioculturales y organizacionales comprenden análisis espaciales, demográficos, culturales, institucionales, arqueológicos, de ordenamiento social de la propiedad, función social y ecológica de la propiedad rural, seguridad alimentaria, gestión, vinculación y consolidación del compromiso de los posibles beneficiarios, su participación en el proceso, la creación de una junta de usuarios provisional, la elaboración de la agenda preliminar de servicios complementarios, las acciones para el fortalecimiento de la asociatividad y la articulación institucional.

En los aspectos técnicos y ambientales se debe realizar el diagnóstico de la situación sin proyecto, es decir, la generación de la línea base y al mismo tiempo la estructuración de los estudios básicos de dimensionamiento del proyecto, que comprende su localización, tamaño, el análisis de ordenamiento territorial, el levantamiento topográfico en el área definida, la elaboración de los estudios hidrológicos, climáticos, agrologicos, geológicos; el análisis hidráulico, el predimensionamiento de todas las obras para determinar los costos de inversión y de administración, la operación y mantenimiento integral del distrito, además se define el plan agropecuario y de servicios complementarios. En los aspectos ambientales se debe generar la línea

base en el componente biótico y de calidad del agua, y una caracterización general de los demás aspectos del proyecto.

En la parte económica y financiera se verifica la coherencia de la política nacional de competitividad con el proyecto, se realiza la pertinencia y evaluación económica y financiera, y los mecanismos de financiación determinando los puntos críticos de las cadenas existentes y potenciales, buscando el desarrollo empresarial.

Por último, con la delimitación del proyecto y todas las proyecciones de las inversiones, en la prefactibilidad se definen los posibles beneficiarios y se ayuda a la toma de decisiones preliminares.

5.2.1. Social y organizacional

Se deben identificar las unidades territoriales que conforman el área de influencia del proyecto, teniendo en cuenta su distribución y jurisdicción municipal, haciendo una breve descripción para obtener una visión general del área del proyecto.

5.2.2. Aspectos demográficos

Se debe identificar la dinámica demográfica de las posibles comunidades beneficiadas por el proyecto, tomando en cuenta los siguientes parámetros:

- a) Población total.
- b) Segmentación de la población según grupos de edad, sexo y nivel de escolaridad, existencia de comunidades étnicas, campesinas, empresarios, ganaderos y agricultores, entre otros.
- c) Establecer las necesidades básicas insatisfechas (NBI) y el índice de pobreza multidimensional (IPM) de los posibles beneficiarios del proyecto en su área de influencia.

5.2.3. Aspectos espaciales

Es necesario identificar los servicios públicos y sociales que se encuentran bajo la zona de influencia del proyecto y de cada una de las unidades territoriales.

- a) Caracterización de los servicios públicos: agua potable, alcantarillado, manejo de residuos sólidos, electrificación, telecomunicaciones en temas de cobertura y calidad.
- b) Caracterización de servicios sociales: vivienda, salud, educación, identificando infraestructura y cobertura.
- c) Caracterización de la infraestructura de transporte: estado de las vías en las redes terciaria, secundaria y primaria, y ferroviaria o fluvial cuando aplique.

5.2.4. Aspectos culturales

Es importante identificar las costumbres culturales de los posibles beneficiarios, con base en los siguientes aspectos:

- a) La dinámica de la población, basados en la historia y la actualidad de las comunidades, con el fin de mostrar eventos que han contribuido a la configuración de dinámicas sociales.
- b) Analizar el uso de los recursos naturales enfocados en el recurso hídrico.
- c) Identificar el papel de la mujer dentro de las dinámicas sociales y familiares.
- d) Identificar la estructura familiar en cuanto a su topología y características.
- e) Identificar las comunidades étnicas dentro el área de influencia del proyecto.
- f) Identificar la economía tradicional, describiendo los sistemas de producción tradicionales, tecnologías comunes, verificando la existencia de intercambio de productos asociados a sus sistemas.
- g) Identificar la organización social, normas colectivas, representantes legales o líderes comunitarios, las autoridades tradicionales y las autoridades legítimamente reconocidas.

5.2.5. Aspectos políticos e institucionales

Se debe realizar la caracterización de la presencia institucional y de la organización comunitaria enfocada en la presencia de las instituciones públicas y privadas, de los programas que se desarrollan y los espacios de participación, identificando los líderes o representantes y las actividades que desarrollan.

5.2.6. Aspectos arqueológicos

Se deben identificar y analizar las condiciones antropológicas y sus potenciales en el área de influencia, para asegurar que en estas áreas no se generen restricciones para el desarrollo de las actividades del proyecto.

5.2.7. Gestión organizacional

Debe promoverse la participación efectiva de los posibles beneficiarios y de sus organizaciones, buscando que la comunidad permanezca enterada de las actividades que se ejecutarán durante el proyecto, como los aspectos técnicos, sociales y económicos, las principales obras, las servidumbres y demás contextos que puedan interferir en el libre desarrollo de las actividades diarias de la comunidad establecida en la zona de influencia del proyecto.

“Además, se debe gestionar con el organismo ejecutor y con la comunidad el compromiso de que al menos el 70% de los posibles beneficiarios se comprometan con el proyecto” (UNIDAD DE PLANEACIÓN RURAL AGROPECUARIA, UPRA, 2015). Sino se consolida la asociación de usuarios se debe conformar una asociación provisional que se encargue adelantar gestiones ante las instituciones y las autoridades locales y regionales, que dé a conocer claramente la etapa de prefactibilidad, facilite los talleres zonales, las charlas informativas y las mesas de trabajo para llegar al consenso de los compromisos que debe adquirir la comunidad objetivo del proyecto.

5.2.8. Elaboración de la agenda preliminar de servicios complementarios

Se debe concertar con la comunidad una agenda específica que trate las condiciones y necesidades actuales y futuras, las expectativas en cuanto a investigación, la transferencia de tecnología, la capacitación y comercialización de sus productos, asistencia técnica y demás aspectos relevantes que sean complementarios a la ejecución del proyecto.

5.2.9. Articulación con la institucionalidad y la empresa privada

Se deben establecer acciones y gestiones que permitan el apoyo de otro tipo de actores e instituciones del sector agropecuario que tengan algún tipo de ingerencia en el proyecto, como los siguientes:

- a) Autoridades municipales, regionales, departamentales o nacionales.
- b) Autoridades ambientales.
- c) Instituciones de formación académica.
- d) Organizaciones sociales como juntas de acción comunal, organizaciones campesinas, asociación de productores, gremios agropecuarios, cooperativas de campesinos, entre otros.
- e) Entidades bancarias y crediticias.
- f) Proveedores de servicios públicos.
- g) Representantes religiosos.
- h) Empresas privadas que apoyen el proyecto.

5.2.10. Ordenamiento social de la propiedad

El organismo ejecutor, junto con la asociación de usuarios, debe realizar la caracterización de los beneficiarios, de acuerdo con la situación legal del predio, según los diferentes derechos sobre la propiedad rural (propietario, posesión, ocupación y tenencia). Así mismo, se debe contar con la información sobre el tamaño del predio y su clasificación (pequeño, mediano y grande), estipulado en el Acuerdo 191 de 2009 del Incode.

5.2.11. Función social y ecológica de la propiedad rural

Se identificará la estructura ecológica principal junto con las prácticas sostenibles desarrolladas en el área de influencia del proyecto, basada en buenas prácticas agrícolas o pecuarias, producción más limpia, “*agricultura ecológica, agricultura integrada u otros sistemas asociados a la calidad del medio ambiente*” (UNIDAD DE PLANEACIÓN RURAL AGROPECUARIA, UPRA, 2015, pág. 52), además de clasificar por tamaño a los productores y por prácticas asociadas a la sostenibilidad del ambiente.

También hay que identificar si el proyecto contribuye a la seguridad alimentaria de las familias de los posibles beneficiarios o de la población local, según los resultados de la caracterización de dichos sistemas productivos y de la propuesta agropecuaria del proyecto.

5.2.12. Aspectos ambientales y técnicos

En este apartado se tratan los aspectos de la ingeniería necesarios para establecer la disponibilidad de agua, que comprenden cartografía, hidrología y climatología para la determinación y definición del proyecto y demás usos que se requieran.

5.2.12.1. Hidrología

Cuando se trate de una captación directa sobre el cauce de abastecimiento se debe estimar la disponibilidad de agua para el proyecto, a partir del análisis de caudales mínimos que normalmente se presentan en las épocas secas del año. Igualmente, se deben determinar los caudales máximos que servirán de base para el prediseño y posteriores diseños de las obras de captación. Se deben relacionar los siguientes análisis y estudios necesarios para el caso de captaciones directas:

- a) Mapa de la cuenca con el sitio definido de captación.
- b) Curvas de duración de caudales medios diarios.
- c) Determinación de los caudales característicos.

- d) Distribución temporal de caudales medios mensuales.
- e) Análisis de frecuencia de caudales máximos y mínimos para periodos de 5 a 100 años.
- f) Determinación del caudal ecológico o ambiental.
- g) Determinación de otros usos de agua en la cuenca.
- h) Balance hídrico.
- i) Cálculo del índice del agua.

Cuando se requiera almacenamiento, presas o embalses se deben estimar los siguientes aspectos:

- a) El tamaño del embalse, basado en un balance de entradas y salidas, que incluya:
 - Caudales de entrada.
 - Precipitaciones directas sobre el espejo de agua del embalse.
 - Necesidades de agua de los cultivos.
 - Evaporación directa del embalse.
 - Infiltración de los suelos que se van a irrigar.
 - Embalse muerto, borde libre y demás parámetros del embalse.
 - Predimensionamiento del vertedero de excesos y del túnel de desviación.

Cuando el proyecto considere necesario tener sistemas de drenaje se debe desarrollar el siguiente análisis:

- a) Precipitaciones máximas anuales de 1 a 5 días consecutivos.
- b) Análisis de frecuencias de las precipitaciones máximas para 5 días consecutivos.
- c) Tiempo permisible de saturación o inundación para cada uno de los cultivos.
- d) Determinar el módulo de drenaje de acuerdo con las características de los suelos y el tiempo permisible de saturación o inundación.

Determinarlos caudales máximos para diferentes periodos de retorno en cada una de las cuencas o microcuencas que actúan en el proyecto.

Cuando se trate de proyectos de protección de inundaciones se debe realizar el siguiente análisis:

- a) Volumen máximo que se debe embalsar cuando se contemple la construcción de la presa.
- b) Predimensionamiento de la presa, obras de desviación y vertedero de excesos.
- c) Caudales máximos anuales.
- d) Análisis de frecuencias para diferentes periodos de retorno.

5.2.12.2. Estudios climatológicos

Estos estudios están encaminados a determinar las necesidades hídricas de los cultivos propuestos para el proyecto en el plan agropecuario, definido en esta subetapa a través de la estimación de la evapotranspiración potencial para los cultivos seleccionados.

- a) Distribución temporal de la precipitación media mensual.
- b) Determinar la precipitación década para la serie de datos.
- c) Establecer la precipitación para una excedencia del 75% anual.
- d) Estimar la precipitación efectiva.
- e) Calcular la evapotranspiración potencial para la zona del proyecto, a partir de las temperaturas, la humedad relativa, el brillo solar, la velocidad del viento, la radiación solar, etc.
- f) Calcular el uso consultivo para cada uno de los cultivos propuestos en el plan agropecuario.
- g) Estimar las eficiencias del sistema de riego (gravedad, aspersion, microaspersión, etc.).
- h) Determinar la demanda hídrica del proyecto.
- i) Jornadas de riego establecidas en la época de estiaje.
- j) Caudal demandado de la fuente.

5.2.12.3. Estudios hidrogeológicos

Estos estudios se deben realizar cuando la fuente de abastecimiento sean aguas subterráneas y sirven para determinar la capacidad del acuífero, de esta manera se realiza el predimensionamiento del pozo. También se hace un estudio geoelectrico para definir las capas texturales y sus respectivos espesores, estableciendo la posible capacidad del acuífero.

5.2.12.4. Cartografía y topografía

En este subcapítulo se realiza la representación geográfica del área del proyecto y sus alrededores, que deben representar los diferentes accidentes topográficos, fisiográficos e hidrográficos, determinando los siguientes parámetros:

- a) Área bruta y neta que se va a desarrollar en el proyecto.
- b) Características del suelo.
- c) Estimar las cotas del área seleccionada, determinar las pendientes del terreno, la ubicación de las redes de conducción, la distribución y los cauces que cruzan el área del proyecto.

5.2.12.5. Estudios geológicos

La geología debe proporcionar en cada una de las fases del proyecto información suficiente sobre las características geológicas de la zona afectada por las obras que se van a construir, en especial la captación, la presa y demás obras principales que se contemplen. Los parámetros que debe aportar la información geológica de la zona deben ser:

- a) Morfología.
- b) Estratigrafía.
- c) Litología.
- d) Tectónica, etc.

Esta etapa se trabaja con datos obtenidos del servicio geológico colombiano, fotografías aéreas, etc., a escala 1:100.000, que aunque tiene poco grado de detalle arroja información básica para el proyecto.

5.2.12.6. Predimensionamiento hidráulico

Se debe presentar de manera preliminar el dimensionamiento de los componentes del sistema hidráulico de riego, drenaje, protección de inundaciones y el predimensionamiento de las principales obras, como:

- a) Bocatoma.
- b) Desarenador.
- c) Presas derivadoras.
- d) Presas de almacenamiento o control de inundaciones.
- e) Sistema hidráulico presurizado o superficie libre para distribución de agua.
- f) Pozos profundos.
- g) Sistema de riego predial, ajustado al cultivo propuesto.
- h) Diques o jarillones perimetrales de protección.

5.2.12.7. Prediseños estructurales de obras principales

De manera preliminar se deben establecer las dimensiones y cálculos estructurales de las principales obras que componen el sistema de riego, drenaje y protección de inundaciones.

5.2.12.8. Predimensionamiento del componente electromecánico

Cuando el proyecto contemple sistemas de bombeo en la captación para el abastecimiento de agua o se vaya a realizar desde un pozo profundo, con evacuación de aguas de drenaje o comprenda sistemas de control de la operación del sistema se debe establecer el predimensionamiento electromecánico, que debe contener como mínimo la siguiente información, según sea el caso:

- a) Capacidad de las bombas.
- b) Alturas de succión e impulsión
- c) Tipos de compuerta o válvulas.

- d) Centro de control.

5.2.13. Costos y presupuestos

Luego de analizar las alternativas basadas en los prediseños de las obras de infraestructura para riego, junto con los análisis de precios unitarios, los costos de las obras y sus presupuestos, se deben establecer las correspondientes partidas en las que se incluyan la sede administrativa, el cronograma de obra, las inversiones, la utilización de maquinaria, los equipos, las cantidades de obra, la mano de obra y los precios unitarios.

5.2.14. Ordenamiento territorial

Aquí se debe tener en cuenta lo establecido en las etapas concernientes a los planes de ordenamiento de cuenca y el plan de ordenamiento territorial para que el proyecto no vaya en contravía de dichos planes.

5.2.15. Uso técnico del recurso suelo

La prefactibilidad permite detallar de forma más ajustada la realidad de la zona de influencia del proyecto. Mediante información secundaria permite conocer las características de los suelos, las condiciones de las tierras y la producción para consignarlas en la propuesta del proyecto; además, diagnóstica la oferta física de los suelos y sus limitantes mediante el análisis de la capacidad del suelo.

Los aspectos mínimos que se deben presentar de forma detallada en el proyecto en esta fase de análisis agrológico de la zona y las unidades de suelos existentes según los estudios realizados deben ser:

- a) Condiciones texturales.
- b) Estructura.
- c) Porosidad.

- d) Color.
- e) Profundidad efectiva.
- f) Pendiente.
- g) Limitaciones físicas.
- h) Limitaciones químicas.
- i) Erosión.
- j) Clase y subclase de la unidad.
- k) Grupos de manejo (si existe).
- l) Factores limitantes como clima, humedad del suelo, entre otros.

5.2.16. Manejo técnico de producción agropecuaria

Se debe abordar el manejo técnico de producción agropecuario que caracterice las condiciones productivas y comerciales de las tierras propuestas para el proyecto, contextualizando la información más adecuada a la toma de decisiones agronómicas.

Determinar con la mayor información posible (encuestas a los productores si es necesario) las limitaciones y condiciones productivas de la zona, para que sirva como instrumento base para el montaje del plan agropecuario. Así mismo, se debe coordinar un estudio detallado de mercado y la información referente a las condiciones culturales y económicas de la producción.

- a) Descripción física del área del proyecto.
- b) Distribución predial de las unidades de suelo y los usos específicos de cada predio.
- c) Análisis de las condiciones edafoclimáticas.
- d) Características y dimensión de la producción agropecuaria.
- e) Patrones de costos de los usos actuales.
- f) Condiciones de mano de obra y los empleos generados.
- g) Análisis DOFA de los usos agrícolas y la situación del proyecto.

5.2.17. Análisis ambiental

Como parte de la prefactibilidad del proyecto, se debe realizar un análisis ambiental de la zona con el fin de identificar los posibles impactos ambientales que genere la construcción de las obras y el plan agropecuario que se plantea para garantizar el uso y manejo eficiente de los recursos naturales.

Para elaborar la línea base y la caracterización ambiental se requiere delimitar el área del proyecto, caracterizar los aspectos bióticos y abióticos existentes, identificar los posibles ecosistemas y sus fuentes hídricas, establecer la calidad del recurso hídrico basado en los siguientes parámetros: OD, DBO, DQO, CL-, SO₄, nitratos, nitritos, nitrógeno amoniacal, hierro, calcio, magnesio, sodio, fosfatos, potasio, metales pesados, grasas, aceites, fenoles, hidrocarburos totales, alcalinidad y acidez, caracterización microbiológica esencialmente coliformes totales y fecales.

También se debe identificar la autoridad ambiental, por ejemplo “*proyectos menores a 20.000 hectáreas la autoridad competente es la CAR, proyectos mayores a 20.000 hectáreas la autoridad competente es la ANLA*” (UNIDAD DE PLANEACIÓN RURAL AGROPECUARIA, UPRA, 2015, pág. 64), articulando el proyecto con los planes de manejo de los acuíferos, gestión de riesgo, de adaptación y mitigación del cambio climático.

5.2.18. Aspectos económicos y financieros

En esta subetapa del desarrollo de la prefactibilidad se analizan los mercados con la producción agropecuaria, la cual sustentará el costo de las inversiones del proyecto de adecuación de tierras.

5.2.18.1. Mercado

Se busca que la producción agropecuaria propuesta sea concordante con la política nacional de competitividad y con los planes de desarrollo local, departamental y nacional, realizando un diagnóstico actual del mercado y la comercialización de los productos. También busca analizar la información sobre la oferta y la demanda de las cantidades realmente vendidas o volúmenes

comercializados a intermediarios, mayoristas y consumidores, teniendo en cuenta los canales de comercialización.

Además se debe preparar un análisis de los precios de los productores en su situación actual, determinando la estacionalidad de la producción, las épocas de oferta, de demanda y su incidencia en los precios.

También se deben especificar las organizaciones de productores, la comercialización existente, el nivel de desarrollo, la logística de producción, el mercadeo, el manejo poscosecha y los servicios de apoyo.

El resultado de este análisis da como resultado la identificación de los mercados potenciales de los productos agropecuarios adecuados a la condición climática de la zona de influencia del proyecto, expresada en un estudio de mercado que debe contemplar como mínimo los siguientes aspectos:

- a) Identificación de los productos que presenten las condiciones agroclimáticas y de mercado óptimo, indicando cantidades máximas que se van a ofrecer y los posibles precios de venta.
- b) Reconocimiento de tendencia en la oferta de producción regional, departamental, nacional o internacional, según sea el caso.
- c) Demostración en la cual la producción del proyecto tiene una demanda efectiva, además se deben indicar los sitios de venta, los posibles volúmenes y el precio de venta.
- d) La oferta y la demanda teniendo en cuenta las metas de producción, las proyecciones de los gremios, el gobierno nacional, entre otros.
- e) Canales de comercialización de la producción propuesta, para una distribución eficiente de los productos.
- f) Presentación de una estrategia para la comercialización indicando las entidades que proveerán la infraestructura para la producción requerida.

5.2.18.2. Evaluación económica y financiera

En este subcapítulo se deben identificar las posibles fuentes de financiación para definir el alcance y evaluación del proyecto respecto a los siguientes análisis:

- a) *“Evaluación del proyecto con el fin de medir la recuperación de su ejecución desde el punto de vista del país, si se consideran recursos públicos para la ejecución del proyecto”*(UNIDAD DE PLANEACIÓN RURAL AGROPECUARIA, UPRA, 2015, pág. 67).
- b) La evaluación del proyecto se debe realizar con precios económicos o financieros del mercado.
- c) *“Se debe corroborar el flujo de beneficios e inversiones del proyecto, e identificar indicadores económicos y financieros, como tasa interna de retorno (TIR), valor presente neto (VPN) y relación costo beneficio (VPN)”*(UNIDAD DE PLANEACIÓN RURAL AGROPECUARIA, UPRA, 2015, pág. 67).

5.2.19. Mecanismos de financiación

En la etapa de prefactibilidad se debe realizar un análisis financiero para establecer la viabilidad económica del proyecto, y para determinar que los componentes técnicos, sociales, ambientales, empresariales y agronómicos cuenten con los siguientes mecanismos:

- a) Cuantificación de las inversiones públicas

Cuando las fuentes de financiación son públicas no presentan recuperación de la inversión. Estas obras se encuentran definidas según en el Acuerdo 191 de 2009 del Incodec en el artículo 3, literal D, numeral 1. El ejecutor debe acreditar la fuente de financiación para demostrar la disponibilidad económica que permita adelantar el proyecto.

- b) Establecimiento del programa y contrapartidas

El organismo ejecutor debe realizar el análisis de la información de la viabilidad y organización financiera a nivel de prefactibilidad, junto con el programa o convocatoria para la ejecución del

proyecto, debe identificar y definir la fuente de financiación o contrapartida para su factibilidad, acreditando la fuente de financiación y demostrando la disponibilidad económica para adelantarla obra, mientras que la parte faltante la deben asumir los beneficiarios o el ente territorial que decida apoyar financieramente el proyecto.

c) Definición de la viabilidad y mecanismos de las alianzas público privadas (APP)

Cuando el proyecto es viable y se ha identificado para su ejecución el mecanismo de una alianza público privada (APP) se debe realizar la presentación de antecedentes preliminares, un análisis de elegibilidad del proyecto y los mecanismos de financiación de dicha APP. Además, se deben definir e identificar las fuentes de financiación para el proyecto en todas sus etapas.

5.2.20. Gestión integral del proyecto

En esta etapa del proceso se debe tener presente toda la gestión integral, la cual debe garantizar el éxito de las inversiones. Esta es una forma como la comunidad beneficiada se asegura de apoyar el proyecto en todas sus etapas.

a) Gestión para las cadenas productivas

Se planean las agendas de servicios complementarios para hacer el acompañamiento a los posibles beneficiarios en la creación de las organizaciones regionales de cadenas productivas, con el fin de identificar los puntos críticos y sus ventajas competitivas.

b) Ejecución del proyecto piloto

Se debe ejecutar un proyecto piloto con el fin de promover el desarrollo empresarial a pequeña escala, con miras a formular estrategias de acción basadas en lo siguiente:

- Estudio de mercado.
- Selección del producto base del mercado.

- Selección del predio para establecimiento y producción agropecuaria piloto.
- Puesta en marcha de buenas prácticas agrícolas y pecuarias.
- Creación de un comité empresarial piloto.
- Atributos del producto seleccionado, con base en aspectos agroclimáticos y edáficos.
- Análisis del funcionamiento del mercado según la producción piloto.
- Conocimiento de los aspectos financieros del proyecto piloto, TIR, VPN.

5.3. Factibilidad

La factibilidad es la subetapa siguiente a la de prefactibilidad e identificación, con la cual se buscan desarrollar estudios detallados con información primaria que acerquen a la ejecución del proyecto.

En esta subetapa se realiza el análisis y la evaluación de las alternativas, se define la opción más viable, técnica, económica, social y ambientalmente. Además, al igual que en las etapas anteriores, se contemplan las temáticas social, organizacional, técnica, ambiental, económica y financiera.

Por otra parte, se definen plenamente el plan agropecuario, los servicios complementarios con análisis de las inversiones y los costos de administración, operación y mantenimiento integral del distrito de adecuación de tierras, adjuntado a ello los planes para prevenir, mitigar, controlar o compensar los impactos ambientales negativos que requiere el plan de manejo ambiental.

5.3.1. Aspectos sociales y organizacionales

Se solicitan estudios detallados de caracterización social, económica, cultural y política institucional, los cuales tienen por objeto analizar las dinámicas de la población que habita el área de influencia, sus relaciones, los recursos ambientales con que cuentan, sus instituciones y organizaciones. Este análisis se debe construir con estudios regionales, locales, actualizados y vigentes.

Se deben caracterizar las dinámicas demográficas de los posibles beneficiarios del proyecto, aplicando herramientas para la recopilación primaria, teniendo en cuenta las siguientes características:

- Caracterización de la dinámica demográfica histórica y actual del área de influencia directa del proyecto.
- Población total distribuida de las unidades territoriales que conforman el área total del proyecto.
- Caracterización de los grupos de población presentes en el área de influencia del proyecto, validando condición étnica, social y económica.
- Condiciones de vida de la población beneficiada del proyecto. Para ello se debe emplear el índice de necesidades básicas insatisfechas (NBI) o el índice de pobreza multidimensional (IPM).
- Condiciones de vulnerabilidad social de la comunidad.
- Tendencias demográficas en cuanto a densidad y movilidad, identificando las causas y tipos de movilidad que ocurren dentro del territorio.

Así mismo, se debe caracterizar la distribución espacial, teniendo en cuenta los servicios públicos en cuanto a cobertura y calidad, el cubrimiento de los servicios sociales (salud, educación, vivienda y recreación) y la infraestructura de transporte.

Adicionalmente, se requiere un análisis y posterior caracterización y distribución política e institucional, basada en el estudio de los actores presentes en el territorio que puedan desempeñar un papel importante en el desarrollo del proyecto. También se debe analizar la presencia institucional pública o privada, los programas que desarrollan y su posible relación con el proyecto.

Con respecto a los aspectos arqueológicos, se debe ejecutar un proyecto preventivo para la protección del patrimonio, con base en los parámetros que establece el Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH).

Se debe presentar una caracterización de la situación legal de los predios y su relación con los beneficiarios, con el detalle de la extensión del predio, teniendo en cuenta la unidad agrícola familiar (UAF) establecida en el Acuerdo 191 de 2009 del Incoder y en su clasificación, enmarcada en el artículo tercero de dicho acuerdo:

- Pequeño productor: extensión que no supere el tamaño de dos UAF.
- Mediano productor: extensión mayor a dos y menor o igual que cinco UAF.
- Gran productor: extensión mayor a cinco UAF.

Dicha UAF corresponde al promedio de la UAF municipal, calculada por la unidad de asistencia técnica agropecuaria, Umata.

En las subetapas anteriores se recolectó información secundaria de la función social y ecológica de la propiedad rural, dependiendo de las falencias de dicha información se realizan encuestas o mesas de trabajo que permitan obtener un adecuado diagnóstico a nivel predial, ajustadas a la realidad y que reflejen tanto los problemas en la actividad agropecuaria como los modelos sostenibles exitosos.

5.3.2. Gestión de la factibilidad

Toda la gestión integral de la factibilidad que hagan los posibles beneficiarios, iniciando con la asociación de usuarios, requiere tener en cuenta los siguientes parámetros:

5.3.2.1. Consolidación y legalización de la asociación de usuarios

La actividad más importante de la organización de usuarios es legalizar su asociación a través de la normatividad existente. Para realizar este procedimiento es necesario que los posibles beneficiarios se sientan plenamente representados por los dirigentes de la organización, quienes deben apoyar su gestión y vincularse decididamente con el proyecto a través de la demostración de un compromiso real.

5.3.2.2.Socialización del proyecto

Quienes van a representar a la posible entidad deben realizar una gestión para concertar aspectos trascendentales en el desarrollo de los estudios previos, para que sus expectativas técnicas, económicas y sociales sean tenidas en cuenta por parte de la entidad que adelanta dichos estudios.

5.3.2.3.Gestión ante las autoridades locales, regionales y nacionales

La asociación de usuarios debe realizar acciones dirigidas a vincular a las autoridades locales, regionales, y nacionales para gestionar con ellas la financiación del proyecto, así como el trámite de los permisos necesarios.

5.3.2.4.Articulación con las instituciones del sector agropecuario

La asociación debe adelantar y lograr la articulación y adherencia con las instituciones agropecuarias que puedan intervenir en el buen desarrollo del proyecto.

5.3.2.5.Posicionamiento de la asociación de usuarios

Además de adelantar las gestiones necesarias para posicionarse ante la comunidad que representa, la agremiación debe promover la participación activa de la población beneficiada a través de la difusión de los beneficios que ofrece el proyecto, tomando en cuenta los vínculos regionales y nacionales.

5.3.2.6.Participación comunitaria

Se deben diseñar e implementar estrategias para incentivar la participación comunitaria, con el fin de implementar la sostenibilidad social, ambiental y técnica del proyecto, que promueva la

inclusión de los actores identificados en el análisis organizacional y de las políticas institucionales, su vinculación en el desarrollo del estudio y demás actividades relacionadas con el proyecto. En este caso la participación democrática en la toma de decisiones, donde existan espacios con voz y voto en igualdad de condiciones, y la firma de los posibles compromisos adquiridos ante la responsabilidad de su realización.

5.3.2.7. Seguridad alimentaria

Se debe establecer plenamente si el proyecto contribuye a la seguridad alimentaria, de acuerdo con la caracterización de los sistemas productivos actuales y de la propuesta del plan agropecuario que se desarrolla a la par de la ejecución del proyecto. Se debe ayudar a mitigar de manera integral la mal nutrición que se presente en el área de influencia del proyecto y considerar el diseño de un plan de gestión social que contribuya a mejorar las condiciones de los usuarios que se encuentren en condiciones de vulnerabilidad social, facilitando su acceso a servicios públicos y sociales.

5.3.3. Aspectos técnicos y ambientales

Esta subetapa considera los aspectos que tienen que ver con la definición del proyecto y los estudios que lo sustentan.

5.3.3.1. Aspectos técnicos e ingeniería

Abarca los aspectos necesarios para la definición del proyecto, como los estudios técnicos para determinar la disponibilidad del recurso hídrico y las demandas que acarrea la actividad agrícola propuesta en el plan agropecuario.

5.3.3.1.1. Estudios hidrológicos

En la subetapa de prefactibilidad se determinó la disponibilidad de agua para el proyecto, pero cuando existen dudas o se requiera mayor información hidrológica o se introducen cambios en el plan agropecuario, se debe contemplar el balance hídrico, el caudal ecológico o ambiental y el

índice de uso de agua (IDA), definido por el Ideam, y demás parámetros mencionados susceptibles de modificación en el proceso del proyecto.

5.3.3.1.2. Estudios climatológicos

Estos estudios se encaminan a determinar las necesidades de agua para los cultivos, puesto que para el desarrollo del plan agropecuario se estiman la evapotranspiración potencial, el consumo neto para determinar las jornadas de riego y el caudal demandado por la época de estiaje.

5.3.3.1.3. Estudios hidrogeológicos

Se deben realizar cuando la fuente de abastecimiento sean aguas subterráneas y sirven para determinar la capacidad del acuífero, de esta manera se realiza el predimensionamiento del pozo. Se hace un estudio geoelectrico para definir las capas texturales y sus respectivos espesores, estableciendo la posible capacidad específica del acuífero y el posible caudal que se va a extraer.

5.3.3.1.4. Estudios freaticométricos

Estudios dirigidos a determinar durante un año los niveles de las aguas freáticas en el suelo, con el fin de establecer la necesidad de drenaje subsuperficial en las áreas que se encuentren cercanos al nivel del suelo. Este procedimiento genera el mapa de isobatas e isohipsas.

5.3.3.1.5. Estudios geológicos

Entre los estudios y análisis realizados en la prefactibilidad se mencionan los geológicos, que proporcionan información de las características minerales de la zona donde se ejecutarán las principales obras, en especial la captación y la presa en el caso que se requiera. Se debe anexar el estudio de terrenos con vulnerabilidad de deslizamientos, erosionables, solubles o inestables. Por esta razón, las obras importantes se localizan en un mapa, ubicando las zonas de grandes descapotes o terraplenes, túneles, cimentaciones y demás actividades inherentes a cada construcción.

5.3.3.1.6. Estudios geotécnicos

Estos estudios están enfocados en la identificación e investigación del subsuelo, los análisis y recomendaciones para el diseño y la construcción de las principales obras. Deben determinar las condiciones físico-mecánicas del suelo, hacer recomendaciones generales sobre las cimentaciones de las obras y la estabilidad de laderas, entre otras.

5.3.3.1.7. Predimensionamiento hidráulico

Luego de los estudios hidrológicos y climatológicos, con los cuales se establece la oferta y la demanda hídrica, se deben realizar de manera “*preliminar en una forma detallada las diferentes dimensiones de los componentes hidráulicos del sistema de riego, drenaje y protección contra inundaciones*” (UNIDAD DE PLANEACIÓN RURAL AGROPECUARIA, UPRA, 2015, pág. 114) de las obras más importantes:

- Bocatomas.
- Desarenadores o sedimentadores.
- Presas derivadoras.
- Presas de almacenamiento o de regulación de caudales.
- Conducciones cerradas o abiertas, y redes de distribución de agua.
- Pozos profundos.
- Sistema de riego predial, según los requerimientos del cultivo.
- Diques o jarillones perimetrales.
- Componentes electromecánicos, teniendo en cuenta las subestaciones eléctricas, la capacidad de las bombas, las alturas de succión y descarga, el tipo de válvulas o compuertas, el sistema de automatización y centro de control, las líneas de conducción y demás elementos importantes.

5.3.3.1.8. Predimensionamiento de las obras de infraestructura de servicios complementarios

El proyecto se debe desarrollar de una manera integral, *“es necesario adelantar este tipo de estudios por cuanto nos determina las características de las diferentes obras que complementan el sistema de riego, drenaje o protección contra inundaciones”* (UNIDAD DE PLANEACIÓN RURAL AGROPECUARIA, UPRA, 2015, pág. 116). La idea de estos estudios es realizar un proceso más eficiente en la producción agropecuaria. Si es necesario se deben prediseñar centros de acopio y procesamiento, vías de transporte que contribuyan a la logística sin dejar de lado los servicios públicos domiciliarios como saneamiento básico (agua potable y alcantarillado), energía eléctrica, telecomunicaciones, servicios de salud y educación.

5.3.3.1.9. Costos y presupuestos

Se debe analizar cada una de las alternativas propuestas en las etapas anteriores, basados en los prediseños realizados de todas las obras de infraestructura. Se deben establecer costos y, por ende, los presupuestos, incluyendo la construcción de las obras del proyecto y de la infraestructura complementaria, con base en:

- Cantidades de cada una de las obras.
- Análisis de precios unitarios.
- Mano de obra.
- Requerimientos de maquinaria y equipos.
- Cronograma de obra e inversiones.
- Flujo de caja.

5.3.4. Ordenamiento territorial

Con base en las subetapas anteriores se deben analizar de manera detallada los planes de ordenamiento territorial (POT) y los de manejo de cuenca (POMCA), para verificar y evitar que el proyecto esté en contravía con lo establecido en dichos planes y que éstos lo apoyen.

5.3.4.1. Aspectos técnicos del suelo

En esta subetapa, y basados en los estudios anteriores, se busca una comprensión detallada de los suelos, para lo cual se debe realizar un estudio agrológico en función de los usos agropecuarios adecuados para cada una de las unidades de suelos, que permita el diseño general del sistema de riego o drenaje, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Geomorfología.
- Descripción de las unidades de suelos presentes en el área de influencia directa del proyecto.
- Evaluación de la capacidad de uso de los suelos.
- Evaluación de la susceptibilidad a la erosión de los suelos debida a su pendiente.
- Descripción de los horizontes de los suelos y sus propiedades físicas y químicas.
- Evaluación de la aptitud del suelo para riego, según la información de la zona del proyecto y del IGAC.

5.3.4.2. Aspectos técnicos de la producción agropecuaria

El proyecto productivo se debe complementar y culminar en esta subetapa, ya que aquí se evalúan las condiciones actuales de la producción agropecuaria en la zona influencia directa del proyecto, teniendo en cuenta los costos de establecimiento de cultivo (cuando estricto o no), la producción, el transporte y la mano de obra, entre otros.

El resultado de este estudio es el soporte para la posterior formulación del plan agropecuario, el cual se basa en los estudios adafoclimáticos y en los aspectos técnicos de los suelos. La vocación

agrícola, la oferta química y física del suelo y el plan agropecuario se deben ajustar al ordenamiento agrícola municipal y departamental.

5.3.5. Aspectos técnicos ambientales

Según el tamaño del proyecto, en esta subetapa se presentan los estudios ambientales acordes a la normatividad vigente. Adicionalmente, se debe diseñar la estrategia para prevenir, mitigar, corregir o compensar las posibles afectaciones causadas al ambiente por la construcción de las obras de infraestructura y la operación del distrito de adecuación de tierras.

También se deben presentar el plan de gestión ambiental que permita la conservación y mejoramiento de los recursos naturales; el plan de gestión del riesgo del área de influencia directa del proyecto, con la debida caracterización de las zonas amenazadas por eventos naturales y los posibles escenarios de riesgo priorizados; y el plan de adaptación y mitigación al cambio climático. Si se requiere, se debe presentar el plan de inversión de no menos del 1% de las obras totales de infraestructura para la conservación de los recursos hídricos que abastecen el distrito (esto aplica cuando el distrito de adecuación de tierras requiere licencia ambiental y capte directamente de una fuente natural), al mismo tiempo el plan para la adquisición de áreas estratégicas en un porcentaje no menor al 1% del valor de las obras totales del proyecto y demás disposiciones ambientales, de acuerdo con la normatividad vigente en el país.

5.3.6. Aspectos económicos y financieros

El objeto de la adecuación de tierras en Colombia es mejorar la calidad de vida de las personas que habitan en la zona de influencia del proyecto, ya que las inversiones en estos distritos están enfocadas en mejorar la competitividad, la producción agropecuaria y la integración de las cadenas productivas con los mercados locales, regionales, departamentales, nacionales o internacionales.

Se debe promover la sostenibilidad económica, ambiental, cultural, técnica y financiera de las comunidades, así como la generación de alianzas público privadas (APP) como medio de financiación y operación en las diferentes etapas del proyecto.

5.3.6.1.Situación actual del mercado y comercialización

Se debe realizar un estudio muy detallado diagnosticando la situación actual del mercado y la comercialización de los productos agropecuarios del área de influencia del proyecto, teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

- Análisis de la política nacional, departamental e internacional agropecuaria, si es el caso.
- Información sobre la oferta actual de la producción, indicando los volúmenes o cantidades realmente vendidos, y sobre la demanda, señalando los canales de comercialización definidos, como intermediarios, plazas mayoristas, minoristas, entre otros.
- Análisis de precios para los productores de la situación actual, buscando la estacionalidad de la producción, indicando las épocas de mayor y menor oferta y su variación en los precios de venta.
- Descripción de las organizaciones de productores y comercializadores existentes.
- Descripción de la logística de la producción, comercialización y su nivel de desarrollo, indicando la infraestructura existente en el manejo poscosecha y de transformación existente.

5.3.6.2.Potencialidades del mercado

De acuerdo con las características agroclimáticas se deben determinar el mercado potencial para los productores agropecuarios que más se ajusten a sus requerimientos, para lo cual se debe realizar un mínimo estudio de mercado con los siguientes parámetros:

- Identificación de los productos que posean las condiciones óptimas agroclimáticas y de mercado, indicando los volúmenes que se van a ofertar, las posibles fechas y precios de venta, los cuales están definidos en el plan agropecuario del proyecto.
- Indicar que la producción tiene una demanda efectiva, identificando los sitios de venta, su volumen y el estimativo de precio, la presentación del producto y la disponibilidad de transporte.

- Análisis de oferta y demanda, teniendo en cuenta las metas de producción, según los gremios y demás fuentes de información.
- Análisis de los canales de comercialización.
- Indicar las estrategias más adecuadas para la comercialización con las entidades u organizaciones que proveerán la infraestructura para la posible producción.
- Adelantar gestiones con los comercializadores y posibles compradores para promover la firma de acuerdos de distribución, indicando los volúmenes mínimos requeridos, las características, el lugar de entrega, los precios y las condiciones de entrega de los productos.

5.3.6.3. Aspectos económicos y financieros

En esta subetapa se deben identificar las fuentes de financiación para definir los alcances de la evaluación del proyecto, con base en los siguientes parámetros:

a) Evaluación económica y financiera del proyecto.

- Se debe realizar la evaluación del proyecto con el fin de cuantificar los impactos de la ejecución desde el punto de vista de país, cuando la fuente de financiación sean recursos del Estado.
- La evaluación del proyecto se realiza a precios económicos o del mercado.
- *“Se debe conformar el flujo de beneficios y costos del proyecto, a partir del cual se obtendrán los indicadores económicos y financieros del proyecto: tasa interna de retorno (TIR), valor presente neto (VPN), relación costo beneficio (C/B) y periodo de retorno de la inversión”* (UNIDAD DE PLANEACIÓN RURAL AGROPECUARIA, UPRA, 2015, pág. 123). Los indicadores se presentan en la siguiente tabla.

INDICADOR	PRECIO SOMBRA	PRECIO MERCADO
Valor presente neto (VPN millones \$ act.)	$VPN \geq 0$	$VPN \geq 0$
Tasa interna de retorno (TIR%)	$TIR \geq$ Costo de oportunidad del capital para Colombia	$TIR \geq$ Costo de oportunidad del capital privado para Colombia
Relación costo beneficio (C/B)	$C/B \geq 1$	$C/B \geq 1$

Tabla 6. Indicadores económicos y financieros en factibilidad.

Fuente: (UNIDAD DE PLANEACIÓN RURAL AGROPECUARIA, UPRA, 2015, pág. 123)

- En la factibilidad el análisis debe mostrar todas las bondades respecto a generación de empleo, aumento de los volúmenes de producción y su valor de venta.

b) Flujo de beneficios del proyecto.

- “El valor neto de la producción incremental resultante de la diferencia entre el valor neto de la producción (VPN) con proyecto y el valor neto de la producción VPN sin proyecto.” (UNIDAD DE PLANEACIÓN RURAL AGROPECUARIA, UPRA, 2015, pág. 123).
- En el caso de protección contra inundaciones se deben calcular los beneficios acarreados al proyecto, como los relacionados a la pérdida de las cosechas, infraestructura, valoración de detrimentos pecuarios y pérdidas humanas.

c) Flujo de costos del proyecto.

“El flujo de costos del proyecto deberá considerar los valores correspondientes de las inversiones y los costos requeridos por el mismo”(UNIDAD DE PLANEACIÓN RURAL AGROPECUARIA, UPRA, 2015, pág. 123)

- Obras de riego, drenaje y control de inundaciones.
- Gastos de administración, operación y mantenimiento del sistema, así como la reposición de equipos en el sector predial.
- Costos organizacionales.

- Costos de los servicios complementarios.
- Costos ambientales que acarreen las leyes.
- Inversiones pecuarias.
- Manejos ambientales requeridos por el proyecto.
- Otros.

d) Evaluación económica de precios

Se debe realizar una evaluación económica de precios sombra, considerando como mínimo productos agropecuarios, mano de obra calificada y no calificada y costos de producción.

e) Análisis de sensibilidad

Para el proyecto se requiere un análisis de sensibilidad que permita medir los acontecimientos en los indicadores frente a las posibles variaciones, como áreas adecuadas, rendimientos esperados, costos de producción y precios de venta.

5.3.6.4. Viabilidad financiera a nivel de productor

Con el fin de determinar la pertinencia del proyecto para los posibles beneficiarios se debe realizar un análisis financiero a nivel de productor, el cual debe medir las repercusiones económicas por la ejecución de las obras y el cambio del sistema productivo que traerá ingresos y egresos, y como mínimo se deben tener en cuenta las ventas de la producción agropecuaria, la financiación del productor para las inversiones iniciales o la inversión de recursos propios en las adecuaciones requeridas en el predio; además, se debe considerar el flujo de egresos debido a la explotación agropecuaria, al pago de la financiación requerida inicialmente, al pago de la cuota de operación y al mantenimiento del sistema, entre otros gastos.

A partir del flujo de recursos por cada productor se debe determinar el beneficio incremental, de acuerdo con los indicadores establecidos anteriormente y con base en la siguiente tabla.

INDICADOR	RESULTADO PARA VIABILIDAD
VPN (millones \$ act.)	$VPN \geq 0$
VPN/Ha (millones \$ act.)	$VPN \geq 0$
TIR (%)	$TIR \geq$ Costo de oportunidad del capital privado para Colombia
C/B	$C/B \geq 1$

Tabla 7. Indicadores financieros en factibilidad.

Fuente: (UNIDAD DE PLANEACIÓN RURAL AGROPECUARIA, UPRA, 2015, pág. 126)

5.3.6.5. Mecanismos de financiación

Para la financiación de proyectos de adecuación de tierras se debe tener en cuenta el origen de los recursos, porque si son del Estado se rigen por la Ley 41 de 1993, donde se identifica plenamente la disponibilidad presupuestal y la entidad que asume los costos requeridos para los diseños y ejecución de las obras, es decir, la financiación completa del proyecto.

También hay que considerar las asociaciones público privadas (APP), teniendo en cuenta la distribución de funciones y la asignación del riesgo. Se deben establecer las responsabilidades y funciones del ente público y privado; además, plantear plenamente la definición del modelo financiero y la acreditación de las fuentes de financiación de la APP para todo el proyecto. Así mismo, se debe preparar el borrador del contrato de la APP y se adjudica en convocatoria o programa plenamente establecido y definido por los entes territoriales competentes.

5.4. Diseño

En esta subetapa se realizan los diseños definitivos de todo el proyecto con base en las alternativas estudiadas en la factibilidad. Aquí se establece el plan definitivo para la consolidación de las organizaciones, se inicia la agenda de servicios complementarios, así como las gestiones ante las entidades gubernamentales para la financiación del proyecto y la consecución de los recursos para la ejecución del plan de gestión social para los usuarios que se encuentran en estado de vulnerabilidad social.

Por otro lado, se desarrollan los planes y manuales para la administración, operación, mantenimiento y manejo integral, además se conforma el manejo empresarial del distrito de adecuación de tierras con base en la alternativa más factible de la subetapa anterior.

5.4.1. Gestión de los diseños

En esta parte no se realizan estudios complementarios a los aspectos sociales y organizacionales, a menos que sea estrictamente necesario.

5.4.1.1. Participación comunitaria

La recién conformada asociación de usuarios debe diseñar y ejecutar las estrategias pertinentes para que la comunidad participe activamente impulsando la sostenibilidad social, ambiental y técnica del proyecto. A su vez, debe garantizar espacios para el sano debate de los intereses particulares y su concertación, y espacios democráticos para la toma de decisiones con voz y voto.

5.4.1.2. Plan de la gestión social

La asociación de usuarios debe adelantar las gestiones necesarias para conseguir los recursos que se requieren para la implementación y desarrollo del plan de la gestión social diseñado en subetapas anteriores, el cual está concebido para vincular a los entes territoriales en la mejora de las condiciones de vida de las familias de los beneficiarios en condiciones de vulnerabilidad.

5.4.1.3. Estructura administrativa

Para administrar, operar, mantener y manejar el proyecto en todas sus etapas se debe crear una organización administrativa por parte de la comunidad, la cual debe tener el esquema de manejo, elaborar el manual de funciones, los reglamentos de administración, operación y mantenimiento del sistema. Así mismo, la asociación de usuarios debe definir la agenda definitiva de los servicios complementarios del proyecto y, por último, generar los presupuestos de administración, operación y mantenimiento del distrito de adecuación de tierras.

5.4.1.4.Planeación estratégica

En la planeación que debe desarrollar la asociación de usuarios del distrito de adecuación de tierras es necesario generar la agenda estratégica para que esta zona se convierta en una verdadera solución para el desarrollo de las comunidades del área de influencia del proyecto y de la región, buscando la sostenibilidad y la competitividad.

5.4.1.5.Validación de las actas de compromiso

La asociación de usuarios debe promover la firma de las actas de compromisos de los posibles beneficiarios del proyecto, para lo cual requiere que al menos el 85% esté de acuerdo con la evaluación económica y financiera del proyecto.

5.4.1.6.Definición de servidumbres

Una de las funciones de la asociación de usuarios es servir de facilitador para que el proyecto se ejecute sin contratiempos en las inversiones y cronogramas propuestos, gestionando la colaboración de los propietarios por donde pasan las conducciones (cerradas o abiertas) para el establecimiento de las servidumbres. También debe recolectar las actas de acuerdos, donde se dispongan los permisos correspondientes al paso de las conducciones por cada uno de los predios, sin importar que sea un posible beneficiario o no.

5.4.1.7.Definición de los predios que se deben adquirir para la construcción de las obras

Después de que el organismo ejecutor del proyecto defina con claridad los predios para la construcción de las obras bajo la figura “Declaratoria de Utilidad Pública”, la asociación debe evitar la especulación y adelantar las gestiones definitivas ante los propietarios para la venta del predio a costos razonables o los permisos pertinentes para que no se atrase el proyecto.

5.4.1.8. Ordenamiento social de la propiedad

En esta subetapa se debe definir completamente el estado legal de todos los predios o su relación con el posible beneficiario, formalizando su condición como propietario, poseedor u ocupante. También se recopila la extensión rural del predio teniendo como parámetro la UAF.

5.4.1.9. Función social y ecológica de la propiedad rural

Aquí se incorpora el plan agropecuario propuesto y analizado en la subetapa de factibilidad, promoviendo una sostenibilidad integral en la producción agropecuaria de cada uno de los predios de los posibles beneficiarios.

5.4.1.10. Aspectos técnicos de ingeniería

Luego de analizar la información técnica recopilada en la prefactibilidad y factibilidad que condujo al planteamiento de varias alternativas, se debe definir la más viable y conveniente desde el punto de vista técnico, social, ambiental y económico. Si se requiere se deben incluir los estudios hidrológicos en detalle para el diseño completo de las obras hidráulicas que componen el sistema.

Se deben realizar los diseños detallados de todas las obras predimensionadas en la subetapa de factibilidad, de acuerdo con la alternativa más viable, que se encuentra sustentada con los estudios geológicos, geotécnicos, topográficos y con el replanteo en detalle de cada una de las obras, así como el trazo de las conducciones, sin importar que sean cerradas o abiertas.

Los aspectos técnicos más importantes que se deben tener en cuenta son los siguientes:

- Diseño de la obra de captación más apropiada a los requerimientos del proyecto (presas derivadoras, bocatoma de fondo, reservorios, pozo profundo, barcazas, entre otras).
- Diseño de las obras de protección contra inundaciones.
- Diseño de las obras de drenaje.
- Estudios geotécnicos detallados para la cimentación de las obras.

- Diseño de las obras de conducción (canales o ductos cerrados, cámaras de quiebre de presión, válvulas, compuertas, atraques, entre otras)
- Diseño de obras hidráulicas de distribución de caudales.
- Diseño de estaciones de bombeo.
- Diseño de obras y componentes electromecánicos.
- Diseño de infraestructura de servicios básicos complementarios (saneamiento básico, centros de salud, centros de acopio, vías, entre otras).
- Programación de obra.
- Análisis detallado de precios unitarios (APU).
- Cronograma de obra y de inversiones.
- Presupuestos detallados y estructura financiera.

5.4.1.11. Aspectos técnicos del suelo

En esta etapa, que es previa al inicio de las obras, se debe realizar un análisis detallado de los recursos físicos y químicos disponibles en el suelo y su uso en una gestión integral para evitar su degradación.

Posteriormente se realizan los ajustes pertinentes al plan agropecuario, con el fin de que contribuyan con el uso sostenible del recurso suelo.

5.4.1.12. Aspectos técnicos de la producción agropecuaria

Teniendo debidamente consolidada la información agropecuaria y agrológica se establecen la oferta y la demanda de los requerimientos técnicos para los aspectos productivos necesarios para el cumplimiento de los objetivos del plan agropecuario, basados en un análisis de la necesidad de capacitaciones y transferencia de tecnología en el manejo agronómico de los cultivos, en los requerimientos de mecanización, en las buenas prácticas agrícolas y pecuarias, y en la salubridad animal.

5.4.1.13. Temática ambiental

Al llegar a esta subetapa todos los esfuerzos se enfocan en cumplir los trámites exigidos por la normatividad ambiental vigente ante las autoridades competentes según el tamaño del proyecto; además, si es necesario se ajustan los programas establecidos en la subetapa de factibilidad.

5.4.1.14. Viabilidad financiera a nivel de productor

Las variables de los planes de desarrollo del proyecto establecidos en la factibilidad se ajustan a los fondos requeridos en los predios, según las inversiones previstas y analizadas en la factibilidad y evaluadas con base en los indicadores determinados en las subetapas anteriores.

5.4.1.15. Definición de las posibles fuentes de financiación

La asociación y el ente ejecutor del proyecto deben realizar las gestiones necesarias para la aprobación de las fuentes de financiación, teniendo en cuenta los programas existentes por parte de las entidades gubernamentales, la alianza público-privada, las contrapartidas que aportó cada uno de los futuros usuarios, según lo establecido en los compromisos de las etapas anteriores.

6. MARCO CONCEPTUAL Y CONSIDERACIONES PARA LA FORMULACIÓN DE PLANES DE ACCIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA EN DISTRITOS DE ADECUACIÓN DE TIERRAS DE PEQUEÑA ESCALA

Con el correr del tiempo el uso del agua se ha apoderado de renglones muy importantes de la economía mundial, no sólo en el sector agropecuario sino también del industrial, fenómeno del cual no es ajeno nuestro país, donde la demanda del recurso hídrico se ha incrementado notablemente, aunque hasta hoy ha contado con una abundante base ecológica para sostener su consumo y realizar un uso eficiente de este recurso, para beneficio actual y de las generaciones futuras.

Como se mencionó, en las normas vigentes el riego es decisivo para la producción agropecuaria cuando las precipitaciones son insuficientes o su distribución es pobre; cuando los cultivos tienen la humedad requerida en los suelos, las producciones son óptimas y generan los beneficios económicos que se buscan con la construcción del distrito de adecuación de tierras.

Por otro lado, *“nos encontramos frente al fenómeno de una población creciente que necesita expandir su economía y dentro de ésta, la agricultura juega un papel importante. Esta situación reclama un uso eficiente del agua para lograr una producción sostenida de fibras y alimentos, tanto a nivel minifundista como empresarial”*(Forero Saavedra, 1996).

Para ahorrar y tener un uso eficiente del agua en los distritos de adecuación de tierras se deben tener en cuenta los siguientes parámetros:

6.1. Evaluación de la lámina de agua requerida por el cultivo

Esta evaluación, que se aplica con el riego, depende del uso consuntivo del cultivo. En este sentido es importante realizar la evaluación de la relación agua-suelo-planta-clima, como se sugiere en los siguientes puntos.

6.1.1. Parámetro agua

La cantidad de agua para uso agrícola depende de su efecto sobre el suelo y sobre el cultivo. Para mantener la productividad de los suelos cultivables se debe controlar la calidad del agua de irrigación, que está influenciada principalmente por las siguientes características:

- a) Concentración total de sales solubles o salinidad.
- b) Producción relativa de sodio con respecto a la capacidad de intercambio catiónico.
- c) Concentración de boro y otros elementos que pueden ser tóxicos para las plantas o para el ser humano.
- d) En algunos casos, la relación entre la concentración de bicarbonatos y la dureza del agua.
- e) La cantidad de coliformes totales o fecales y materia orgánica que se encuentre en la muestra de agua.

Los principales parámetros que se deben considerar en la determinación de la calidad del agua para fines de riego son los siguientes:

CARACTERÍSTICAS		CONCENTRACIÓN PERMITIDA	CONCENTRACIÓN DESEABLE
TEMPERATURA		-----	13-29 °C
MICROBIOLÓGICAS			
<ul style="list-style-type: none"> • COLIFORMES • FECALES • ENTEROCOCOS • BACTERIAS TOTALES 		100/100 ml 20/100 ml 100000/100 ml	0/100ml 0/100 ml <10000/100 ml
PRODUCTOS QUÍMICOS INORGÁNICOS (mg/l)	Al	20	<1
	As	10	<1
	Be	1	<0.5
	B	0.5	<0.3
	Cd	0.05	<0.005
	Cloruros	150	<70
	Cloruros (tabaco)	70	<20
	Cr	20	<5
	Co	10	<0.2
	Cu	5	<0.2
	Pb	20	<5
	Li	5	<5
	Mn	20	<2
	Mo	0.05	<0.005
	Ni	2	<0.5
	pH	4.8-9	Básico
	Carbonato solido residual	1.25	<1.25
	Se	0.05	<0.05
	RAS	6	<4
Total sólidos disueltos	500	<200	
V	10	<10	
Zn	5	<5	
Productos químicos orgánicos	No debe existir en concentración tal que pueda afectar los cultivos, la flora, la fauna y al hombre. Esta se refiere, fundamentalmente, a insecticidas y herbicidas.	AUSENCIA TOTAL	
Plaguicidas y similares			

Tabla 8. Criterios generales de calidad para el agua de riego

Fuente: (Seoanez Calvo, 1997, pág. 58).

El uso de aguas provenientes de efluentes de plantas de tratamiento para regar es una práctica común en el mundo. “En Europa, por ejemplo, existe un proyecto de gran envergadura en la zona de Clermont-Ferrand, Francia, desde 1997 con regadío de agua reciclada de una superficie de 700Ha de cultivo de maíz. En Italia, igualmente, existen más de 4.000 Ha de varios cultivos que utilizan agua reciclada para riego. En España también existen varios proyectos similares” (Lazarova, 2016). La reglamentación europea exige los siguientes parámetros de calidad para la utilización de dichas aguas:

Parámetro	Importancia para el riego	Rangos permitidos	Rango de tratamiento
Sólidos totales en suspensión	La medida de partículas se puede relacionar con la contaminación microbiana. Pueden interferir con la desinfección, obstrucción de los sistemas de regadío, deposición.	5-50 mg/L	<5-35TSS/L
Turbidez	Cantidad de sólidos en suspensión que contiene la muestra de agua.	1-30 NTU	<0.2-35NTU
DBO5 DQO	Substrato orgánico para el crecimiento microbiano. Puede generar crecimiento bacteriano en los sistemas de distribución y deposición microbiana (<i>bio-fouling</i>).	10-30mg/L 50-150mg/L	<5-45mgBOD/L <20-200mgCOD/L
Coliformes Totales	Medida del riesgo de infección debido a la presencia potencial de patógenos. Puede dar lugar a <i>bio-fouling</i> .	<10- 10 ⁷ cfu/100mL	<1-200cfu/10mL
Metales Pesados	Algunas sales disueltas son nutrientes beneficiosos para el crecimiento de la planta, mientras otros pueden ser fitotóxicos o convertirse en fitotóxicos a ciertas concentraciones. Elementos específicos (Cd, Ni, Hg, Zn, etc.) son tóxicos para las plantas y, por lo tanto, existen límites máximos de concentración de estos elementos para el agua utilizada para irrigación.		< 0,001mgHg/L <0,01mgCd/L <0.02-0,1mgNi/L
Inorgánicos	La alta salinidad y el boro son dañinos para el agua de regadío de cultivos vulnerables.		<450- 4000mgTDS/L <1mgB/L
Cloro residual	Recomendado para prevenir el crecimiento bacteriano. La concentración excesiva de cloro libre		0.5->5mgCl/L

Parámetro	Importancia para el riego	Rangos permitidos	Rango de tratamiento
	(>0,05mg/L) puede dañar algunos cultivos vulnerables.		
Nitrógeno	Fertilizantes para regadío, puede contribuir al crecimiento bacteriano y la eutrofización de depósitos de almacenamiento, corrosión(N-NH ₄) o incrustación (P).	10-30mgN/L	<10-15mgN/L
Fosforo	Fertilizantes para regadío, puede contribuir a crecimiento bacteriano.	0,1-30mgP/L	<0,1-2mgP/L

Tabla 9. Principales parámetros de medición para el agua de riego

Fuente: (Lazarova, 2016).

6.1.2. Parámetros de suelo

En la aplicación del riego se debe establecer la forma de la superficie del terreno a nivel parcelario, con base en mediciones topográficas con las curvas de nivel por lo menos cada 0,5 metros, para conocer el grado de erosionabilidad debida a la aplicación de agua por irrigación. Para tal fin se deben tener en cuenta los siguientes términos que aparecen en la “Guía de descripción de perfiles de suelo”(Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación-FAO, 2009)

- **Posición fisiográfica del lugar.** “Se debe indicar la posición relativa del sitio dentro de la unidad de tierra. La posición afecta las condiciones hidrológicas del sitio (drenaje externo e interno, por ejemplo escurrimiento subsuperficial), que se puede interpretar como predominante receptor de agua, transportador de agua o ninguno de ellos”(Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación-FAO, 2009).
- **Forma de la pendiente.** “La forma de la pendiente se refiere a la forma general de la pendiente en ambas direcciones: vertical y horizontal”(Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación-FAO, 2009),siguiendo la siguiente nomenclatura:

S Plano
C Cóncavo

- V Convexo
- T Terraplén
- X Complejo (irregular)

- **Gradiente de la pendiente.** “El grado de la pendiente se refiere a la pendiente de la superficie alrededor del sitio. Se mide usando un clinómetro dirigido en la dirección de la pendiente más empinada. Cuando no es posible la lectura del clinómetro se deben integrar las estimaciones de campo con el grado de pendiente, calculado a partir de las curvas de nivel presentes en un mapa topográfico” (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación-FAO, 2009).

Clase	Descripción	% de pendiente
01	Plano	0-0,2
02	Nivel	0,2-0,5
03	Cercano a nivel	0,5-1,0
04	Muy ligeramente inclinado	1,0-2,0
05	Ligeramente inclinado	2-5
06	Inclinado	5-10
07	Fuertemente inclinado	10-15
08	Moderadamente escarpado	15-30
09	Escarpado	30-60
10	Muy escarpado	>60

Tabla 10. Clases de gradiente de la pendiente

Fuente: (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación-FAO, 2009).

- **Textura fina del suelo.** “La textura del suelo se refiere a la proporción relativa de las clases de tamaño de partícula (o separaciones de suelo o fracciones) en un volumen de suelo dado y se describe como una clase textural de suelo. Los nombres para las clases de tamaño de partícula corresponden estrechamente con la terminología estándar comúnmente utilizada, incluida aquella del sistema utilizado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). Sin embargo, muchos sistemas nacionales que describen el tamaño de las partículas y las clases texturales usan más o menos los mismos nombres pero diferentes fracciones de grano de arena, limo y arcilla, y clases texturales” (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación-FAO, 2009).

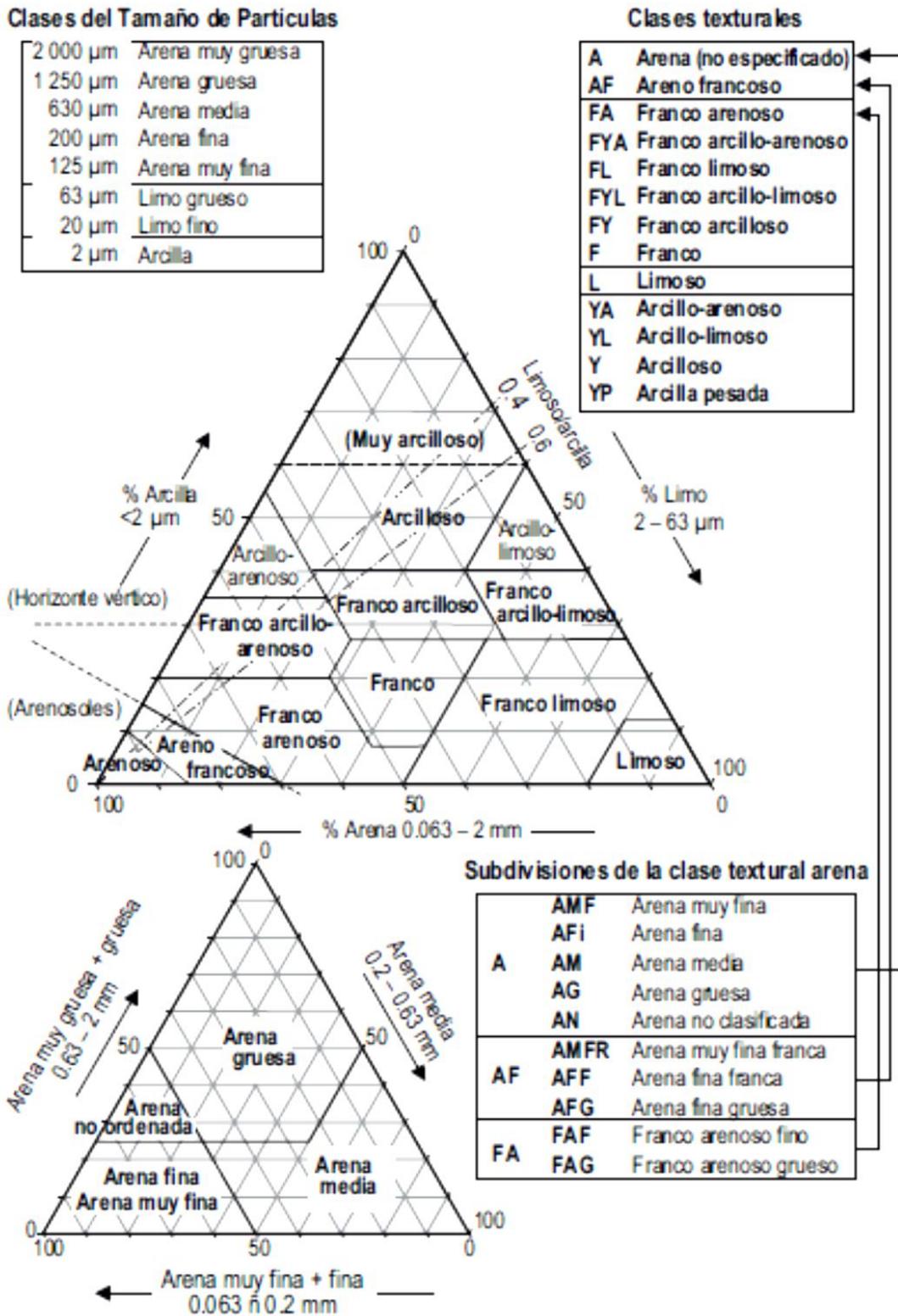


Figura 3. Relación de los constituyentes de suelo fino por tamaño, definiendo clases texturales y subclases de arena

Fuente: (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación-FAO, 2009).

Además, es indispensable conocer la capacidad de retención de humedad en los diferentes estratos y la función de infiltración, tomando como medida la profundidad radicular de las plantas, que corresponde a la explotación agropecuaria, ya que es donde se debe mantener la lámina de agua o la conformación del bulbo húmedo para el crecimiento de la planta. Para esto es importante analizar la curva de retención de humedad del suelo a nivel representativo de la unidad agrícola o partiendo del punto óptimo de la unidad parcelaria, teniendo como mínimo los puntos de marchitez permanente y la capacidad de campo para determinar la capacidad de almacenamiento disponible. Con este dato se obtiene una frecuencia de riego en días, según el requerimiento de la planta.

La medición de la curva de retención de humedad en campo tiene como principal ventaja el estudio del proceso de almacenamiento en condiciones naturales. Sin embargo, las dificultades técnicas y teóricas, así como la gran cantidad de tiempo necesaria para realizar esta prueba no la hacen tan viable, aunque el uso de tensiómetros puede ayudar a determinar la falta de agua disponible para la planta y de esta manera programar el riego en el desarrollo de la actividad agropecuaria.

La determinación de la curva de retención de humedad en el laboratorio se presenta como una alternativa para la realización *in situ*, pero las restricciones debidas al control de las variables que intervienen, puesto que se trata de un dispositivo experimental que permite evaluar con varias muestras de diferentes estratos o puntos simultáneamente, disminuyen el tiempo y la precisión en los resultados deseados.

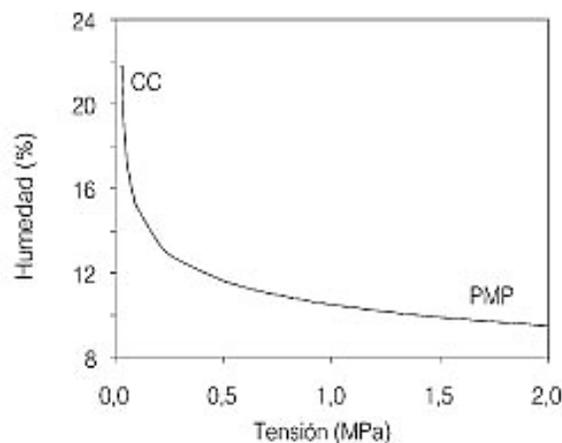


Figura 4. Curva de retención de humedad, capacidad de campo (cc) y punto de marchitez permanente (PMP) en un sustrato.

Fuente: (Castañeda Saucedo, y otros, 2006)

6.1.3. Parámetro planta

La planta es el fin del riego, ya que tiene un valor económico que justifica las inversiones del distrito de adecuación de tierras, además permite obtener los alimentos y materias primas requeridos por los mercados locales, regionales, nacionales e internacionales. De la planta se debe conocer su ciclo vegetativo, sin importar que sea un cultivo transitorio o perenne, ya que este ciclo se encuentra relacionado con el coeficiente de cultivo K_C y los diferentes “*coeficientes de cultivo diferenciados según la edad de la planta y la época del año, factores ambos determinantes del consumo de agua*”(Herrera Puebla, Gonzalez Robaina, & Zamora Herrera, 2010), ya que dependiendo de la edad, de la época del año y de si está llenando algún tipo de fruto tendrá mayores requerimientos hídricos.

Las plantaciones se deben planear de tal modo que el recurso hídrico se pueda distribuir de manera uniforme a todos los usuarios del distrito de adecuación de tierras, especialmente en épocas secas, donde se debe evaluar la necesidad de realizar obras para el almacenamiento de agua.

6.1.4. Clima

Las condiciones climáticas de nuestro país son variables durante el año, ya que se presentan dos temporadas de lluvia y dos secas. Al realizar un breve análisis, en Colombia existen tres tipos de fenómenos involucrados en la variabilidad climática:

- “i) variaciones causadas por forzamientos externos periódicos, tales como los ciclos anual y diario de insolación, son aparentemente los más fáciles de entender y predecir y están asociados a la translación de la Tierra alrededor del Sol y a la rotación alrededor de su eje, respectivamente. En escalas de tiempo mayores, la variabilidad de los parámetros astronómicos de la relación Tierra-Sol produce múltiples ciclicidades o cuasi-periodicidades, como la teoría de los ciclos de Milankovich, que explican cuasi-periodos de 100.000 años presentes durante el pleistoceno tardío.*
- ii) Variaciones debidas a la interacción no lineal y efectos de retroalimentación dentro de los distintos subsistemas del sistema climático terrestre. Éstos dan lugar a oscilaciones climáticas autorreguladas, las cuales son mucho más difíciles de entender y predecir que las anteriores, dado que las no linealidades inducen comportamientos altamente complejos y aun de naturaleza caótica.*
- iii) Variaciones asociadas con fluctuaciones aleatorias en factores físicos o químicos, las cuales*

son las más difíciles de predecir en cualquier escala de tiempo. Estas pueden ser externas (erupciones volcánicas, meteoritos) o internas del sistema climático (tiempo atmosférico de corto plazo). Esta alta complejidad del clima en distintas escalas temporales conjuga la variabilidad en distintas escalas espaciales, las cuales invocan inmediatamente la complejidad de la geografía terrestre” (Poveda, 2004).

Debido a esta variabilidad climática es necesario realizar un análisis de las precipitaciones, buscando su valor normal y su distribución en el tiempo (Chow, Maidment, & Mays, 1996), puesto que se debe analizar la precipitación efectiva en las épocas de lluvia y verificar las condiciones para aplicar riegos complementarios a las parcelas; además, se debe verificar si se requieren obras de drenaje en los suelos agrícolas en dichas parcelas.

En el sector agropecuario es muy importante realizar el balance hídrico de los cultivos a una escala de detalle de por lo menos diez días (década de riego), teniendo en cuenta el ciclo vegetativo de la planta, su edad y su estado de producción, además de calcular para cada década de riego la evapotranspiración, utilizando como mínimo la ecuación Penman-Monteith, que es la más recomendada por la FAO (FAO, 2006); ya que este método es uno de los más robustos por el número de parámetros que se necesitan para su cálculo. Además, la FAO tiene un *software* para el cálculo de la evapotranspiración llamado CROPWAT¹, que es gratuito y de fácil manejo.

La evapotranspiración también puede determinarse midiendo varios componentes del balance de agua en el suelo o balance hídrico edáfico.

“El método consiste en evaluar los flujos de agua que entran y salen de la zona radicular del cultivo dentro de un determinado periodo de tiempo (figura 5). El riego (R) y la precipitación (P) proporcionan agua a la zona radicular. Parte de R y P pueden perderse por escurrimiento superficial (ES) y percolación profunda (D), la cual eventualmente recargará la capa freática. El agua también puede ser transportada hacia la superficie mediante capilaridad (C), desde la capa freática subsuperficial hacia la zona de raíces o ser, incluso, transferida horizontalmente por flujo subsuperficial hacia dentro (FSin) o fuera (FSout) de la zona radicular (ΔFS). Sin embargo, excepto bajo condiciones de pendientes pronunciadas, normalmente los valores de FSin y FSout

¹ Tomado de http://www.fao.org/nr/water/infores_databases_cropwat.html.

son mínimos y pueden no ser considerados. La evaporación del suelo y la transpiración del cultivo pueden agotar el agua de la zona radicular. Si todos los otros flujos, aparte de la evapotranspiración (ET), pueden ser evaluados, la evapotranspiración se puede deducir a partir del cambio en el contenido de agua en el suelo (ΔSW) a lo largo de un periodo de tiempo” (FAO, 2006):

$$ET = R + P - ES - D + C \pm \Delta FS \pm \Delta SW$$

Ecuación para el cálculo de la evapotranspiración o balance hídrico en el suelo (FAO, 2006, pág. 12).

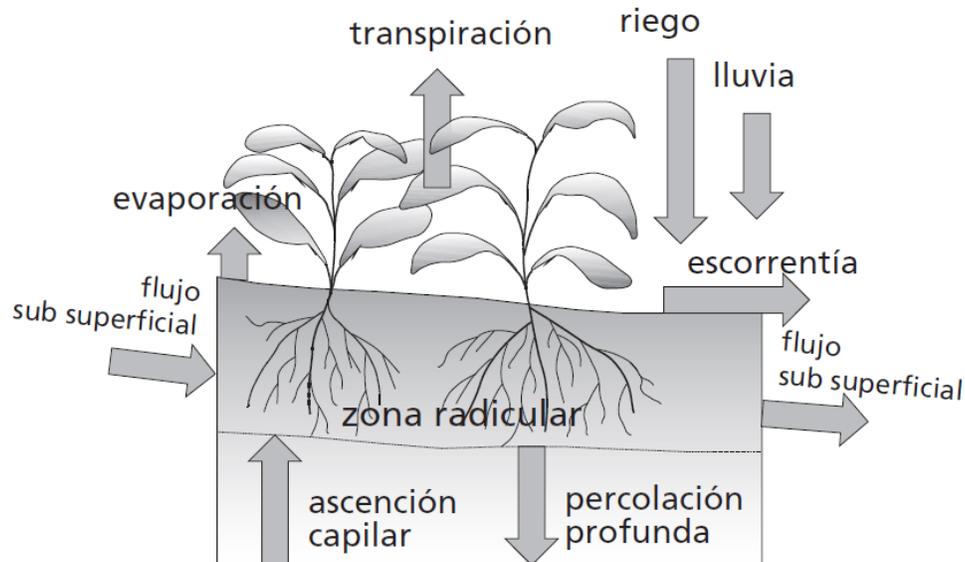


Figura 5. Balance hídrico en el suelo de la zona radicular.

Fuente: (FAO, 2006, pág. 12).

Algunos flujos como el subsuperficial, la percolación profunda y la capilaridad desde la capa freática son difíciles de medir y pueden no considerarse en periodos cortos de tiempo. “El método del balance de agua en el suelo generalmente sólo puede dar estimaciones de ET para periodos largos de tiempo del orden de una semana o diez días” (FAO, 2006).

6.2. Análisis tarifario

6.2.1. Costos de administración, operación y mantenimiento integral del sistema

Según el Acuerdo 193 de 2009, “*por el cual se definen los lineamientos para establecer las tarifas aplicables a los usuarios de los distritos de adecuación de tierras ejecutados por el Incoder*” (INCODER, 2009), todos estos distritos deben realizar un presupuesto anual para determinar los siguientes gastos de manera detallada:

- Costos de administración: “*es el conjunto de actividades que tiene como propósito principal proporcionar apoyo a los servicios técnicos para la totalidad de la organización de manejo del agua y pueda funcionar fácilmente, comprende los siguientes aspectos: control contable y financiero, obtención y almacenamiento de insumos, asuntos legales y laborales, sueldos del personal administrativo, vigilancia y gastos varios*” (INCODER, 2009, pág. 2).
- Costos de operación: “*son aquellos necesarios para operar la infraestructura del distrito, de tal forma que se pueda garantizar la prestación permanente del servicio a todos los usuarios. Dentro de estos costos se encuentran salarios y prestaciones sociales de los operadores, horas extras, viáticos, gastos de viaje, dotaciones, energía eléctrica, movilización del personal de operación del distrito, servicios complementarios, entre otros*” (INCODER, 2009, pág. 3).
- Costos de mantenimiento: “*hacen referencia a las labores de mantenimiento de la infraestructura y de la maquinaria del distrito. Entre estas labores se encuentran: control de malezas acuáticas en los canales de riego y drenaje, mantenimiento y reparación de las estructuras, y de las redes y equipos eléctricos, mecánicos, el desazolve*” (INCODER, 2009, pág. 3).

- Costos de reposición de maquinaria: “se refiere al fondo de reposición de la maquinaria requerida para el mantenimiento del distrito, la cual se debe reemplazar una vez haya cumplido su vida útil” (INCODER, 2009, pág. 3).
- Costos de inversión: “comprende las obras que se requieran para ampliar la capacidad del sistema, mejorar el estado de las instalaciones actuales, reponer los componentes que hayan cumplido su vida útil y las actividades de servicios complementarios” (INCODER, 2009, pág. 4). Además, se deben tener en cuenta los costos de ampliación o complementación del sistema, los servicios complementarios como la organización comunitaria y las capacitaciones, entre otros, y los costos ambientales relativos a los actos administrativos que otorga la entidad ambiental competente.

La tarifa básica se calcula por medio de la siguiente ecuación:

$$TF = \frac{C_{Adm} + \%C_{Ope} + \%C_{MRut} + \%C_{MEsp} + \%C_{MDif} + \%C_{Ampl} + \%C_{SComp} + \%C_{Amb}}{\text{Área total beneficiada del distrito (ha)}}$$

Ecuación para calcular la tarifa fija anual de servicios del distrito de adecuación de tierras (INCODER, 2009)

Donde:

TF	Tarifa fija anual expresada en \$/ha
C. Adm.	Costos de administración anual del distrito, de acuerdo con el Programa Anual de Administración, Operación y Mantenimiento (PAOM), expresado en pesos (\$)
%C. Ope.	Porcentaje de los costos de operación anual del distrito, de acuerdo con el Programa Anual de Administración, Operación y Mantenimiento (PAOM), expresado en pesos (\$)
%CM. Rut.	Porcentaje de los costos de mantenimiento rutinario anual del distrito, de acuerdo con el Programa Anual de Administración, Operación y Mantenimiento (PAOM), expresado en pesos (\$)
%CM. Esp.	Porcentaje de los costos de mantenimiento especial anual del distrito, de acuerdo con el Programa Anual de Administración, Operación y Mantenimiento (PAOM), expresado en pesos (\$) y con relación al costo total de este tipo de mantenimiento.

%CM.Dif.	Porcentaje de los costos del mantenimiento diferido del distrito para el año n, de acuerdo con el Plan Quinquenal de Inversión (PQI), expresado en pesos (\$)
%C.Ampl.	Porcentaje de los costos de ampliación del distrito para el año n, de acuerdo con el Plan Quinquenal de Inversión (PQI), expresado en pesos (\$)
%C.SComp.	Porcentaje de los costos de servicios complementarios del distrito para el año n, de acuerdo con el Plan Quinquenal de Inversión (PQI), expresado en pesos (\$)
%C.Amb.	Porcentaje de los costos ambientales del distrito para el año n, de acuerdo con el Plan Quinquenal de Inversión (PQI), expresado en pesos (\$)

*Tabla 11. Siglas para el cálculo de la tarifa fija anual de costos del distrito de adecuación de tierras
Fuente: (INCODER, 2015, pág. 6).*

Se deben determinar con toda exactitud los porcentajes referidos en la tabla anterior, llevándolos siempre a valor presente neto para estimar estos gastos al usuario del sistema representado en la factura mensual, semestral o anual, como lo sugiere el Incoder.

6.2.2. Tasa de consumo o volumétrica

El cobro de una tasa por el consumo volumétrico de agua, de acuerdo con las actividades agropecuarias que se estén realizando en cada uno de los predios, se mide en la toma o hidrante de cada usuario y se compone de los siguientes conceptos:

$$TV = \frac{\%C. Ope + \%CMrut + TUA + \%CMEsp + \%CM. Dif + \%CAmpl + \%CSComp + \%CAmb}{\text{Volumen anual de agua derivado en bota toma (m}^3\text{ o lps)}}$$

Ecuación para calcular la tarifa volumétrica del distrito de adecuación de tierras (INCODER, 2009, pág. 6)

Donde:

TV.	Tarifa volumétrica anual, expresada en \$/m ³ o \$/lps
%C.Ope.	Porcentaje de los costos de operación anual del distrito, de acuerdo con el Programa Anual de Administración, Operación y Mantenimiento (PAOM), expresado en pesos (\$)
%CM.Rut.	Porcentaje de los costos de mantenimiento rutinario anual del distrito, de acuerdo con el Programa Anual de Administración, Operación y Mantenimiento (PAOM), expresado en pesos (\$)

TUA	Tasa por uso del agua que se cancela a la Corporación Autónoma Regional (CAR), expresado en pesos (\$)
%CM.Esp.	Porcentaje de los costos del mantenimiento especial anual del distrito, de acuerdo con el Programa Anual de Administración, Operación y Mantenimiento (PAOM), expresado en pesos (\$) y relación al costo total de este tipo de mantenimiento.
%CM.Dif.	Porcentaje de los costos del mantenimiento diferido del distrito para el año n, de acuerdo con el Plan Quinquenal de Inversión (PQI), expresado en pesos (\$)
%C.Ampl.	Porcentaje de los costos de ampliación del distrito para el año n, de acuerdo con el Plan Quinquenal de Inversión (PQI), expresado en pesos (\$)
%C.S.Comp.	Porcentaje de los costos de servicios complementarios del distrito para el año n, de acuerdo con el Plan Quinquenal de Inversión (PQI), expresado en pesos (\$)
%C.Amb.	Porcentaje de los costos ambientales del distrito para el año n, de acuerdo con el Plan Quinquenal de Inversión (PQI), expresado en pesos (\$)

Tabla 12. Siglas para calcular la tarifa volumétrica anual del distrito de adecuación de tierras.

Fuente: (INCODER, 2015, pág. 6).

El Estado, a través de las corporaciones autónomas regionales, realiza un cobro volumétrico o tasa por uso del agua sin importar si es de escorrentía, superficial o subterránea. Este recaudo está enfocado para que la CAR realice inversiones en sitios estratégicos de la cuenca o donde ella considere que se deben realizar.

Por tal motivo, y como estrategia del Estado para promover el uso eficiente y reducir los volúmenes de agua no requeridos por las plantaciones, es necesario incrementar las tarifas del consumo volumétrico.

La comunidad debe realizar mesas de trabajo en compañía de la CAR correspondiente para calcular el valor de dotación base, según lo estimado en el balance hídrico edáfico y teniendo en cuenta la climatología de la zona de influencia del proyecto. Este consumo debe tener un costo razonable sin afectar la economía de la producción agrícola. Para evitar el uso irracional del agua a partir del volumen estimado se debe generar una tarifa superior para penalizar esta utilización indebida.

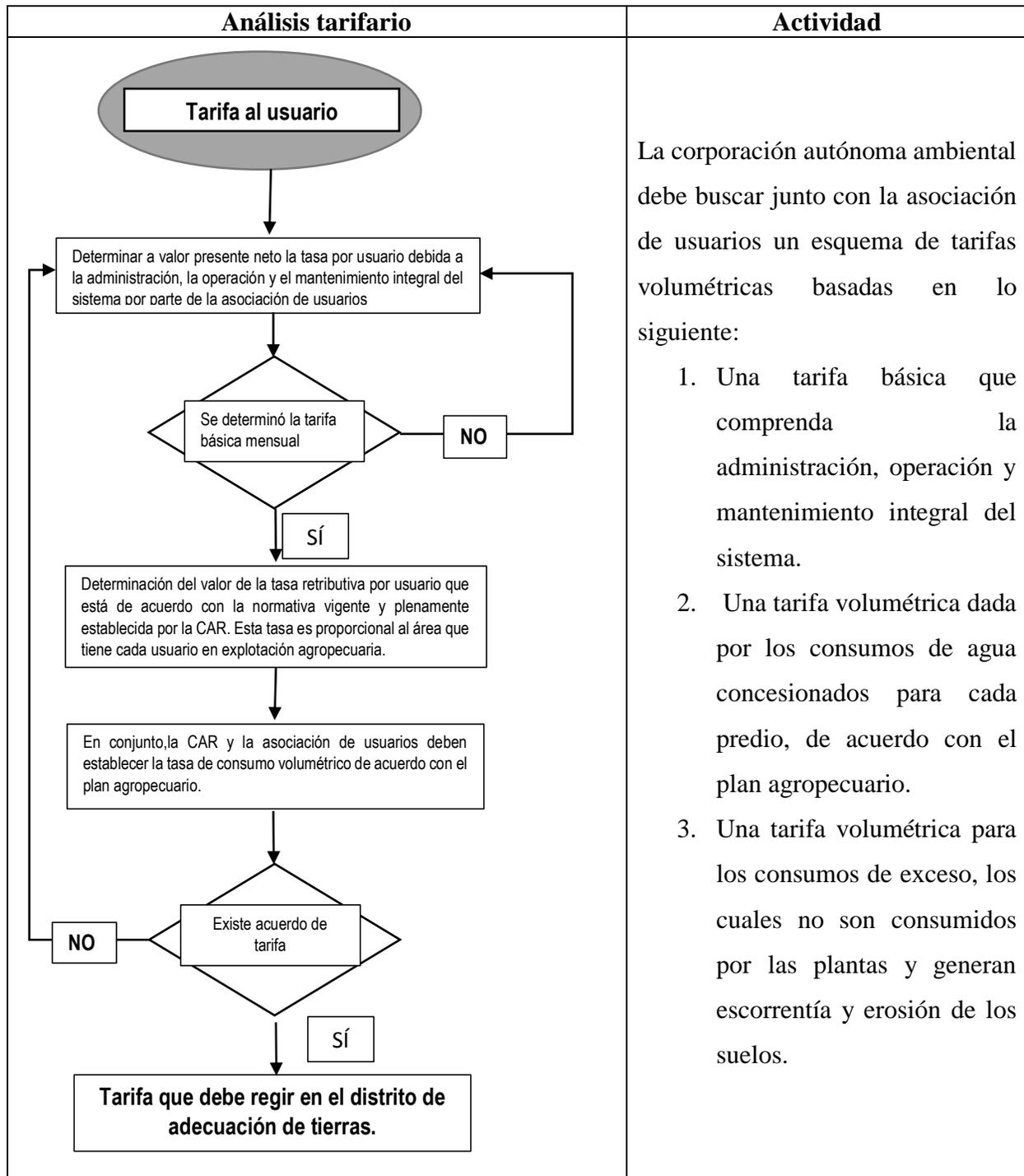


Figura 6. Diagrama de flujo para el análisis tarifario en el distrito de adecuación de tierras.

6.3. Evaluación de pérdidas del sistema hidráulico

Se debe evaluar la eficiencia del sistema hidráulico en el transporte de agua, identificandolas pérdidas por fricción y accesorios, las que se presentan por conexiones defectuosas o mal realizadas, por infiltración en canales en tierra, por conexiones no autorizadas o ilegales a la red que implican aumentar las pérdidas de caudal en el sistema. Para este fin se debe considerar que el parámetro máximo permisible debe adoptar el que suministra el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en su reglamento técnico del sector agua potable y saneamiento básico, RAS 2000, modificado con la Resolución 2320 del 27 de noviembre de 2009, según el cual se acepta que *“El porcentaje de pérdidas técnicas máximas admisibles no deberá superar el 25%.”*(MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE - MADS, 2009).

Este diagnóstico debe conducir a que se efectúen compromisos entre la comunidad beneficiaria del proyecto y la junta directiva del distrito de adecuación de tierras para realizar la evaluación cada año y establecer como meta la reducción de las pérdidas un 25%, comparadas con el año anterior, para así realizar un mejoramiento continuo en el sistema hidráulico hasta que las pérdidas sean cero o muy cercanas a esta cifra.

Además, se debe evaluar la eficiencia de la aplicación de la lámina de agua a nivel parcelario, de acuerdo con los métodos con los que se está realizando la explotación agropecuaria. Por su parte, cada usuario debe realizar las inversiones pertinentes para que exista un mejoramiento continuo en la aplicación de dicha lámina, hasta que su eficiencia sea muy cercana al 100%.

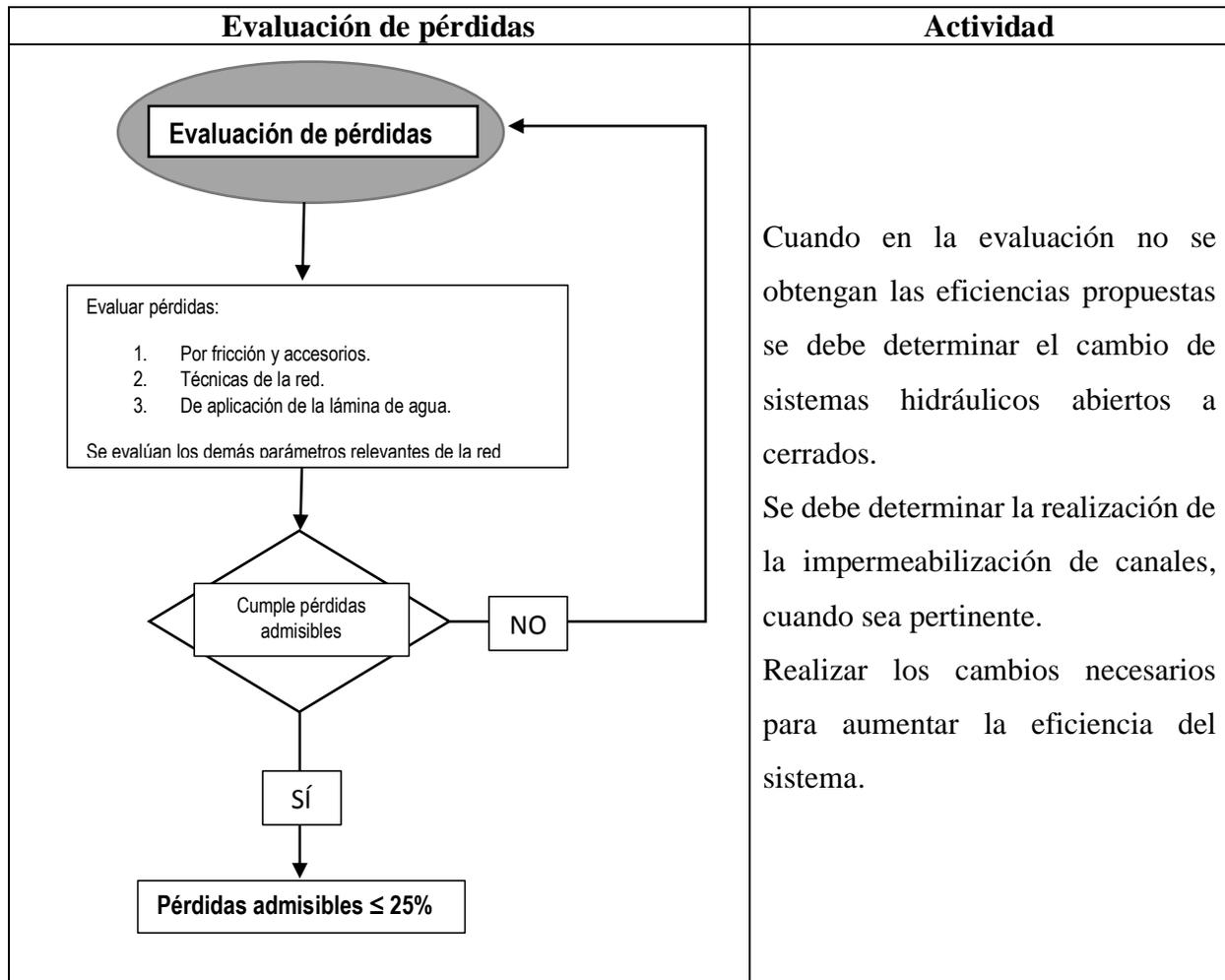


Figura 7. Diagrama de flujo para el análisis y evaluación del sistema hidráulico.

El mejoramiento del sistema hidráulico debe ser un compromiso de toda la comunidad beneficiaria del proyecto, ya que por su parte debe existir un sentido de pertenencia para cuidar las obras de infraestructura, ayudar a identificar las fugas o conexiones ilegales y evitar el uso indebido del recurso hídrico.

El objetivo de invertir en la reducción de pérdidas es aumentar la técnica en la distribución de aguas bajo dos premisas: “a) Un precio más elevado del agua implica una mayor eficiencia técnica en su uso; b) Altos niveles relativos de eficiencia dan lugar a una mayor disposición a pagar por el agua” (Colino Sueiras & Martínez Paz, 2007).

6.4. Medición de caudales

La asociación de usuarios y los diseñadores del sistema hidráulico del distrito de adecuación de tierras deben instalar macromedidores en la red principal y micromedidores en cada predio, para evaluar los consumos de agua; además, para medir y controlar los volúmenes de agua asignados de acuerdo con el plan agropecuario establecido, ya que se debe cumplir con la continuidad de la masa de fluido captada y distribuida.

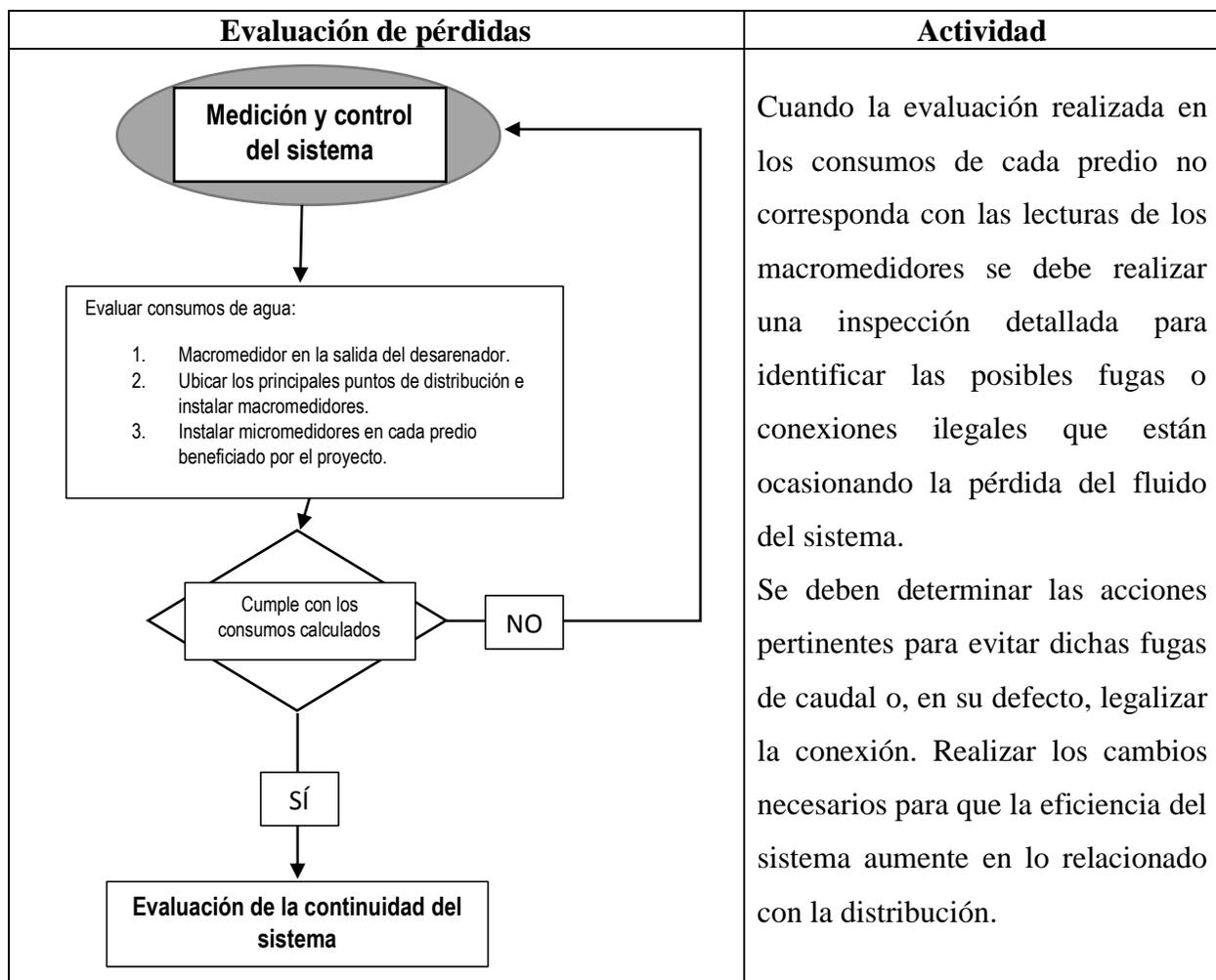


Figura 8. Diagrama de flujo para el análisis y evaluación de la medición de caudales.

6.5. Instrumentación y monitoreo hidroclimático

El distrito de adecuación de tierras debe contar con una red de instrumentación necesaria (fluviógrafos, anemógrafos, evaporímetros, termómetros, etc.) para el monitoreo de la cuenca, así como sensores de humedad en el suelo ubicados estratégicamente en los predios más representativos del distrito, con el fin de evaluar periódicamente el balance hídrico edáfico y determinar el déficit de la lámina de agua que requiere la planta para su adecuado funcionamiento.

El objetivo de esta instrumentación es contribuir a un adecuado manejo ambiental de la cuenca y emitir alertas tempranas por fenómenos de inundación o aumento de caudales que puedan colocar en riesgo a personas o comunidades que se encuentren dentro o fuera del distrito.

Adicionalmente, la asociación y los usuarios deben realizar un acuerdo para buscar asesoría técnica que permita hacer inversiones en tecnología, capacitarse en el manejo del riego y aumentar la eficiencia en la aplicación de la lámina de agua, lo cual implica que cada predio que se encuentren bajo riego deben llegar a una automatización y sensorización de la parcela.

Las inversiones en tecnología contribuyen con el ahorro del recurso hídrico y su aplicación cambia la visión de los usuarios, que empiezan a ver su predio como una empresa que requiere inversiones para aumentar su eficiencia y productividad frente al mercado.

6.6. Evaluación y mejoramiento ambiental del proyecto de adecuación de tierras

La asociación de usuarios del distrito de adecuación de tierras debe realizar un diagnóstico o una evaluación de impacto ambiental con el fin de tener una *“herramienta jurídico- técnica - administrativa para identificar, predecir, evaluar y cuantificar los impactos ambientales”* (Rodríguez Díaz, 2008, pág. 20) que se están generando por la explotación del recurso hídrico. También debe existir un acuerdo con las entidades territoriales de la zona de influencia del proyecto y la corporación autónoma regional para formular un plan estratégico de desarrollo ambiental, con el objetivo de aumentar el área de bosques reforestados en cuencas abastecedoras

de agua y garantizar la sostenibilidad del recurso hídrico a través del uso eficiente, lo cual debe estar articulado con el ordenamiento y uso del territorio, teniendo en cuenta, además, la conservación de los ecosistemas que regulan la oferta hídrica y considerando al agua como factor de desarrollo económico y bienestar social. Así mismo, se debe tener como objetivo estratégico incrementar la competitividad de la producción agropecuaria.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El ser humano no puede subsistir sin agua, ya que todas sus actividades están ligadas con ella, especialmente con la agricultura y la adecuación de tierras, que en Colombia es un motor de desarrollo rural. El Estado debe velar por mejorar las inversiones en esta área sin importar su tamaño. Como producto del presente trabajo se emiten las siguientes conclusiones:

- En la normatividad vigente en Colombia existe un vacío jurídico sobre el uso adecuado del recurso hídrico, razón por la cual los legisladores deben apoyar el proyecto de acto legislativo 11 de 2016; especialmente, estableciendo que el agua sea un derecho fundamental para los colombianos. Además, en lo referente al uso eficiente del agua en la adecuación de tierras se deben generar herramientas jurídico - administrativas para que las corporaciones autónomas regionales realicen inversiones en el estudio, la preservación y la rehabilitación ambiental en las cuencas como unidades fundamentales para mejorar la oferta y la calidad del agua disponible.
- Ad portas de un proceso de posconflicto, en el que uno de sus principales pilares es el tema agrícola, es indispensable que el gobierno empiece a esbozar las políticas que implementará para articular el trabajo de las diferentes entidades estatales, ya que sin una reglamentación completa el trabajo no será efectivo en la realidad, se seguirán dando los procesos de sobreexplotación hídrica y los planes de ordenamiento de cuenca no actuarán en la preservación ambiental.
- Colombia cuenta con una amplia frontera agrícola subutilizada por efecto del mismo conflicto interno y la ausencia de apoyo más efectivo por parte del Estado y del sector privado, que no han apoyado al productor nacional para enfrentar los retos económicos planteados por la apertura económica.
- Los acuerdos de libre comercio suscritos entre el gobierno nacional y diversos países obligan a blindar con urgencia las producciones nacionales para hacerlas competitivas ante

economías con políticas agrícolas más fuertes. Se requiere proteger la identidad cultural de nuestros productos agrícolas y las formas artesanales de producción.

- El ahorro y uso eficiente del agua en el sector agropecuario tiene dos actores fundamentales: la junta directiva y los usuarios del distrito de adecuación de tierras. Adicionalmente, es indispensable la participación activa de las corporaciones autónomas regionales de la zona de influencia del proyecto para brindar asesoría técnica en el manejo ambiental, para determinar y cuantificar adecuadamente la oferta y la demanda hídrica y para la evaluación y el mejoramiento ambiental que posibiliten el desarrollo sostenible del proyecto y ejecutar un plan ajustado a las condiciones que exige el medio.
- Como estrategia para motivar las inversiones en tecnología por parte de los usuarios de los distritos de adecuación de tierras, que contribuyan con el ahorro y el uso eficiente del agua, las autoridades competentes y la asociación de usuarios deben considerar el incremento en las tarifas de acuerdo con el consumo volumétrico, por lo menos, y establecer una reglamentación para suspender el servicio a quienes que no realicen los pagos a tiempo, sin perjuicio de reemplazarlos por nuevos usuarios que respeten estos compromisos económicos.
- Las entidades territoriales en la zona de influencia del proyecto, en el ámbito local o departamental, deben fortalecer las secretarías de fomento agropecuario (Umata) y vincular a las universidades con el fin de fortalecer la investigación en los sectores agropecuario, ambiental e ingenieril para el manejo y distribución del recurso hídrico. Así mismo, buscar el apoyo del Sena para capacitaciones empresariales que ayuden a cambiar la mentalidad del campesino y le permitan actuar como un empresario del agro. Por otra parte, deben promover la transferencia de tecnología en poscosecha y la transformación de los productos para darle mayor valor agregado a la producción.
- Para aumentar la efectividad de los programas es importante que los entes territoriales tengan en cuenta las iniciativas de la comunidad beneficiaria, como el

fortalecimiento de viveros, la reforestación con especies nativas, la educación ambiental y el fomento en los jóvenes de una cultura de conservación de los recursos naturales.

- El monitoreo y mejoramiento del sistema hidráulico debe ser un compromiso de la comunidad beneficiada con el proyecto. Los resultados de dicha evaluación deben ser un factor de decisión para el cambio del sistema de transporte de agua a sistemas hidráulicamente más eficientes. Es decir, pasar de sistemas hidráulicos a superficie libre a sistemas presurizados, además asesorar a los beneficiarios en la forma de cambiar la aplicación de la lámina de agua, teniendo en cuenta la curva de retención de humedad del suelo, la capacidad de infiltración, la programación de las jornadas de riego basadas en el coeficiente del cultivo (K_c) y el estado vegetativo en el que se encuentra la planta.
- Los beneficiarios requieren realizar inversiones en tecnología para contribuir al ahorro en el recurso hídrico y su aplicación debe cambiar la visión de los usuarios, obligándolos a ver su predio como una empresa que requiere inversiones para mejorar su eficiencia y productividad frente al mercado.
- Los planes de ordenamiento de cuenca necesitan recursos para comprar áreas estratégicas para la preservación ambiental como eje estratégico de desarrollo. Entre los objetivos de estas inversiones están aumentar el área de bosques reforestados en cuencas abastecedoras de agua y garantizar la sostenibilidad del recurso hídrico, los cuales están articulados con el ordenamiento y uso del territorio; además, con la conservación de los ecosistemas que regulan la oferta hídrica, considerando el agua como factor de desarrollo económico y bienestar social.

BIBLIOGRAFÍA

- Castañeda Saucedo, M.C., Córdoba Téllez, L., González Hernández, V., Delgado Alvarado, A., Santacruz Varela, A. & García de los Santos, G. (4 de agosto de 2006). Respuestas fisiológicas, rendimiento y calidad de semillas de frijol sometido a estrés hídrico. *Scielo on line*, 31(6), 461-466. Obtenido de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442006000600015&lng=es&tlng=es.
- Chow, V., Maidment, D. & Mays, L. (1996). *Hidrología aplicada*. Bogota: McGraw Hill.
- Colino Sueiras, J. & Martínez Paz, J. (27 de diciembre de 2007). Productividad, disposición al pago y eficiencia técnica en el uso del agua: la horticultura intensiva de la región de Murcia. *Economía Agraria y Recursos Naturales*, 109-125. Recuperado el 25 de julio de 2016, de <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/7058/2/07140109.pdf>.
- Corte Constitucional de Colombia (2015). *Constitución Política de Colombia*. Obtenido de <http://www.corteconstitucional.gov.co/>: <http://www.corteconstitucional.gov.co/inicio/Constitucion%20politica%20de%20Colombia%20-%202015.pdf>.
- FAO (2006). *Evapotranspiración de cultivo, guías para la determinación de los requerimientos de agua en los cultivos*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Recuperado el 12 de agosto de 2016, de <ftp://ftp.fao.org/agl/aglw/docs/idp56s.pdf>.
- FAO (2015). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Obtenido de AQUASTAT: <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/results.html>.
- Forero Saavedra, J.A. (1996). *Riego por aspersión - Curso Taller*. Tunja: Corpocebada.
- Herrera Puebla, J., González Robaina, F. & Zamora Herrera, E. (marzo de 2010). Coeficientes de cultivo (Kc) del King grass para diferentes épocas del año y edad de la planta. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 19(1), 80-90. Recuperado el 5 de agosto de 2016, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542010000100009&lng=es&tlng=en.
- Incoder (25 de noviembre de 2009). *Instituto Colombiano de Desarrollo Rural, Incoder*. Obtenido de Acuerdo N°193 de 2009:

http://www.incoder.gov.co/documentos/Normatividad/Acuerdos/Acuerdos%202009/acuerdo_2009_193.pdf.

Incoder. (2015). *Base de datos adecuación de tierras*. Bogotá.

Instituto Colombiano de Desarrollo Rural, Incoder. (17 de mayo de 2016). www.incoder.gov.co.

Obtenido de

<http://www.incoder.gov.co/contenido/contenido.aspx?catID=2195&conID=1663>:

<http://www.incoder.gov.co/contenido/contenido.aspx?catID=2195&conID=1663>.

Lazarova, V. (29 de julio de 2016). <http://www.lenntech.es/>. Obtenido de *Water Reuse for irrigation: agriculture, landscapes, and turf grass*; CRC Press.:

<http://www.lenntech.es/aplicaciones/riego/calidad/irrigacion-calidad-agua.htm>.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (diciembre de 2013).

https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Usos-eficiente-y-ahorro-del-agua/Pacto-Sector-Distritos-Riego-UPRA_2013.pdf. Obtenido de

https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Usos-eficiente-y-ahorro-del-agua/Pacto-Sector-Distritos-Riego-UPRA_2013.pdf.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, MADS (27 de noviembre de 2009). *Resolución N°2620 del 27 de noviembre de 2009*. Obtenido de <http://www.cra.gov.co/>:

<http://www.cra.gov.co/apc-aa->

[files/37383832666265633962316339623934/1._rar_res2320_junta_ras.pdf](http://www.cra.gov.co/apc-aa-files/37383832666265633962316339623934/1._rar_res2320_junta_ras.pdf).

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2010). *Política nacional para la gestión integral del recurso hídrico*. Bogotá.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO (2009). *Guía para la descripción de perfiles de suelos*. Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO.

Poveda, G. (junio de 2004). La hidroclimatología en Colombia: una síntesis desde la escala inter.decadal hasta la escala diaria (UN Colombia, Ed.) *Revista Académica de Ciencias*, 28(107), 201-222. Obtenido de

http://www.uninorte.edu.co/documents/266486/0/Poveda_2004.pdf.

Rodríguez Díaz, H. (2008). *Estudios de impacto ambiental: guía metodológica*. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería. Recuperado el 13 de agosto de 2016.

- SAC (12 de noviembre de 2015). *Sociedad de Agricultores de Colombia*. Obtenido de XXXVIII Congreso Agrario Nacional: <http://www.sac.org.co/es/eventos/418-congreso.html>.
- Semana (2016). Cinco temas en la agenda agrícola. Bogotá; *Revista Semana*, 56.
- Senado de la República (16 de marzo de 2016). *Proyecto legislativo 11 de 2016 Senado*. Obtenido de <http://www.imprenta.gov.co/>:
http://www.imprenta.gov.co/gacetap/gaceta.mostrar_documento?p_tipo=03&p_numero=11&p_consec=44064.
- Senado de la República (2016). *Proyecto de Acto Legislativo Número 11*. Obtenido de http://www.imprenta.gov.co/gacetap/gaceta.mostrar_documento?p_tipo=03&p_numero=11&p_consec=44064.
- Senado de la República de Colombia (25 de enero de 1993).
<https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Leyes/Ley%2041%20de%201993.pdf>.
Obtenido de Diario Oficial N° 40731:
<https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Leyes/Ley%2041%20de%201993.pdf>.
- Seoanez Calvo, M. (1997). *Agua residual urbana*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.
- Unidad de Planeación Rural Agropecuaria, UPRA (2015). Guías para la formulación de estudios de preinversión de proyectos de adecuación de tierras. Bogotá: Imprenta Nacional.
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria, UPRA (2015). Preinversión en proyectos de adecuación de tierras. Presentación general. Bogotá: Imprenta Nacional.