

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA**

**"LINEAMIENTOS GENERALES PARA LA IDENTIFICACION
SELECCION Y PLANIFICACION DE AREAS DE RIEGO"**

TESIS

Presentada a la Honorable Junta Directiva de la
Facultad de Agronomía de la Universidad de
San Carlos de Guatemala

POR

CARLOS ENRIQUE TELLO CANO

En el acto de investidura como:

INGENIERO AGRONOMO

En el grado académico de:

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 1978

R
01
T(327)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR
LIC. SAUL OSORIO PAZ

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

Decano en funciones:	Ing. Agr.	Rodolfo Estrada G.
Vocal Primero:	Ing. Agr.	Rodolfo Estrada G.
Vocal Segundo:	Dr.	Antonio Sandoval S.
Vocal Tercero:	Ing. Agr.	Sergio Mollinedo B.
Vocal Cuarto:	Br.	Juan Miguel Irias
Vocal Quinto:	P.A.	Giovanni Reyes
Secretario:	Ing. Agr.	Leonel Coronado C.

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

Decano:	Ing. Agr.	Rodolfo Estrada G.
Examinador:	Dr.	Antonio Sandoval S.
Examinador:	Ing. Frs.	Arturo Amado I.
Examinador:	Ing. Agr.	Jorge Mario Santos
Secretario Interino:	Ing. Agr.	Ronaldo Prado.

Guatemala, 23 de octubre de 1978

Señor Decano de la
Facultad de Agronomía
Ing. Agr. Rodolfo Estrada G.
Ciudad Universitaria

Señor Decano:

En atención a la designación que nos hiciera el Decanato a su digno cargo, nos cabe el honor de informar a usted, que hemos asesorado el trabajo de Tesis del universitario, Carlos Enrique Tello Cano, que lleva por título "LINEAMIENTOS GENERALES PARA LA IDENTIFICACION, SELECCION Y PLANIFICACION DE AREAS DE RIEGO".

El presente trabajo, a nuestro juicio, cumple con los requisitos para su aprobación y viene a constituir un valioso aporte para los técnicos que participan en el campo de la planificación de proyectos de riego.

Sin otro particular, nos es grato subscribirnos del señor Decano, con las más altas muestras de nuestra consideración.

Ing. Civil M. S. Alfredo Rodríguez Agreda
Colegiado No. 1525

Ing. Agr. Ricardo Masaya Andrade
Colegiado No. 238

Guatemala, noviembre de 1978.

Honorable Junta Directiva
de la Facultad de Agronomía
Ciudad Universitaria

Honorable Tribunal Examinador:

En cumplimiento con lo que establecen los Estatutos que rigen a la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado: "LINEAMIENTOS GENERALES PARA LA IDENTIFICACION, SELECCION Y PLANIFICACION DE AREAS DE RIEGO", como requisito a optar el título de INGENIERO AGRONOMO, en el grado académico de LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS.

Esperando que el presente trabajo merezca vuestra aprobación, me es grato suscribirme con las más altas muestras de consideración y respeto.

P.A. Carlos Enrique Tello C.

ACTO QUE DEDICO

A: DIOS TODOPODEROSO.

A MIS PADRES:

Rómulo Tello Cifuentes
María Amalia C. de Tello

A MI ESPOSA:

Ana Cristina A. de Tello

A MIS HIJOS:

Carlos Stuardo
Evelyn Dinora

A MIS HERMANOS:

Thelma
Edgar
Francisco

A MIS FAMILIARES:

A MIS ASESORES EN TESIS:

Ing. Agr. Ricardo Masaya A.
Ing. Civil M.C. Alfredo Rodríguez A.

A MIS COMPAÑEROS DE PROMOCION Y AMIGOS

TESIS QUE DEDICO

A: GUATEMALA

AL: INSTITUTO TECNICO DE AGRICULTURA

**A LA: FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD
DE SAN CARLOS**

**A LA: DIRECCION DE RECURSOS NATURALES
RENOVABLES**

A LA: DIVISION DE RECURSOS HIDRAULICOS

A: TODOS LOS AGRICULTORES DE GUATEMALA

C O N T E N I D O

	Págs.
I. INTRODUCCION.	1
II. OBJETIVOS.	5
III. REVISION DE BIBLIOGRAFIA.	7
IV. METODOLOGIA.	15
V. IDENTIFICADION Y SELECCION DE AREAS.	17
VI. INVESTIGACION DE PROYECTOS.	29
VII. ESTUDIOS DE RECONOCIMIENTO.	37
VIII. ESTUDIOS PRELIMINARES O DE PREFACTIBILIDAD.	47
IX. ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD.	67
X. ESTUDIOS DEFINITIVOS.	133
XI. RECOMENDACIONES.	143
XII. BIBLIOGRAFIA.	145
XIII. ANEXOS.	149

I. INTRODUCCION.

El Estado, a través de sus Dependencias encargadas de llevar a cabo los estudios y ejecución de obras de riego, ha efectuado hasta la fecha, una inversión en las mismas, de más de Dieciseis millones de Quetzales, en un término de catorce años (1964-1978), logrando cubrir una superficie total de proyectos de 17,370 hectáreas.

Dentro del término anterior, el período comprendido de 1970 a 1974, vino a marcar un fuerte impulso al desarrollo de los proyectos de riego, por cuanto, con un préstamo otorgado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) fue posible la construcción de 13 sistemas de riego, que podrían en operación, 11,525 nuevas hectáreas de tierras cultivables.

Durante el período 1975-1978, únicamente se han construido dos nuevos proyectos que en conjunto, representan 460 hectáreas. También debe mencionarse que ante el BID, han sido presentados algunos proyectos de riego para su financiamiento, los cuales han sido rechazados por esa entidad financiera, por diversos motivos, entre los cuales sobresale el que se refiere a que en los mismos, se han omitido estudios que conciernen a aspectos de gran importancia. Estos han sido señalados en varias oportunidades, en evaluaciones realizadas por el mismo BID, así como por técnicos nacionales.

Por otra parte, cabe señalar que, a pesar de que las actuales Unidades de Riego en funcionamiento, adolecen de la deficiencias de diverso orden, durante el año 1977, se reportó tuvieron ingresos globales por valor de Q. 7 559,081.45^(*), que corresponden al valor de la producción. Este detalle viene a reforzar los actuales intentos de consolidar dichos sistemas de

(*) Fuente: Departamento de Operación de Distritos de Riego
DIRENARE-DIGESA.

riego.

Ante las circunstancias anteriores, y al hecho indiscutible que Guatemala, en los próximos años tendrá que enfrentar agudos problemas para satisfacer las necesidades de alimentos y materias primas para su población, obligará a que sean preparados estudios y ejecutados proyectos de riego, que hagan posible tales satisfacciones.

En un estudio de CEPAL(15), se hace un análisis de las necesidades globales de productos agropecuarios que requerirá el país, en base a proyecciones hasta 1990, tomando como fuente de información, la proporcionada por FAO, así como otros factores incidentes.

Asimismo, cita varios estudios realizados sobre este particular, concluyendo que Guatemala necesita ampliar su frontera agrícola en 103,000 Has. Para 1980 y 65,000 adicionales en 1985. De lo contrario dicen, el país tendrá que recurrir a la importación de productos para compensar los déficits.

En el mismo estudio recomiendan como alternativa, aprovechar las inmejorables condiciones de tierra que posee el país, y las cuales pueden habilitarse mediante el riego.

El presente trabajo, está concebido bajo los términos de que, todo proyecto de riego debe ser estudiado e investigado en todos y cada uno de los aspectos que, directa o indirectamente, participan en el desarrollo de una zona bajo riego, como lo son: el sistema infraestructural del propio proyecto; la cuantificación de los montos crediticios que requerirán los diferentes cultivos y actividades pecuarias que se programen; los requerimientos de viabilidad interna y externa, para la extracción de los productos; los servicios de asistencia técnica que será indispensable proporcionar al usuario; la capacitación y organización de los agricultores; la comercialización; la investigación agrícola; servicios

de mecanización y otros; servicios de educación y salubridad, etc.

Todos los aspectos anteriores, deberán quedar contenidos en el Proyecto Integral Final. Sin embargo, para fines de establecer la rentabilidad de un proyecto de riego, no se tomarán en cuenta los costos de los servicios complementarios, ya que en este caso, nunca un proyecto de esta naturaleza podría dar un coeficiente positivo que garantice la factibilidad del mismo.

Se presenta entonces, lo que compete a los estudios para identificar y seleccionar áreas de riego; estudios de reconocimiento, prefactibilidad y factibilidad, con el detalle que se estimó conveniente, no así el definitivo, el cual es tratado en forma superficial, debido a que el diseño de las estructuras y obras; la programación de los cultivos; los cálculos de rentabilidad de la inversión; etc., es competencia de profesionales de la ingeniería civil; agronomía; economía, sociología, mercadotecnia y otros, quienes no tendrán mayor problema en su realización, con los lineamientos propuestos en los estudios que proceden a este nivel de estudio.

Constituya pues el presente trabajo, un pequeño aporte para los técnicos que por hoy y quienes en un futuro próximo, tengan la responsabilidad de planificar proyectos de riego.

II. OBJETIVOS

1. Proporcionar orientación práctica a técnicos agrícolas, que se inician en la tarea de planificar proyectos de riego.
2. Normar la planificación de anteproyectos de riego, con el propósito de no dejar marginados en los mismos, aspectos:
 - Agronómicos
 - Económicos
 - Sociales
 - Infraestructura civil.

III. REVISION DE LITERATURA.

Linsley, R. y Franzini, J.(11), al referirse a la planeación de proyectos de riego, entran a definirla como la consideración ordenada de un proyecto, desde la declaración original de objetivos a través de la evaluación de alternativas, hasta la decisión final sobre un curso de acción.

Indican que la planeación incluye todo el trabajo asociado con el diseño de un proyecto, incluyendo el diseño detallado estructural de ingeniería.

La planeación es la base de la decisión que se tome para proceder a seguir adelante con un proyecto propuesto o abandonarlo, y es claramente un aspecto muy importante de la ingeniería total de la obra. Como cada proyecto para desarrollo hidráulico es único, en sus características físicas y económicas, es imposible entonces, describir un proceso simple con el cual inevitablemente se llevará a la mejor decisión. No hay por lo tanto, ningún sustituto para el ataque, "juicio o criterio de ingeniería", para la selección del método de acercamiento a la planeación del proyecto, aún cuando cada etapa individual hacía la decisión final, debe apoyarse en análisis cuantitativos en lugar de estimaciones.

Los mismos autores, señalan que es importante hacer notar que la fase de planeación, no es menos importante en el caso del proyecto más pequeño. La planeación total para una cuenca de un río, involucra un esfuerzo de planeación mucho más complejo que el de simple proyecto, pero las dificultades para llegar a la decisión correcta, pueda ser justamente tan grandes para el caso del proyecto más pequeño.

Asimismo, Azpurua, P.P.(3), considera que en la misma forma que la planificación general, la planificación de proyectos hidráulicos, debe considerarse como un instrumento para formular,

ejecutar y controlar, políticas coherentes de desarrollo, que abarquen los sectores influenciados por el agua.

Debido a que cada proyecto de aprovechamiento de las aguas, comienza con una manifestación original de intención, pasa por la evolución de alternativas y concluye con la decisión final de cómo deberá procederse, y como mencionara(11), que es único en su marco físico y económico, es por lo consiguiente imposible describir un proceso meramente simple que conlleve a la mejor decisión.(3), concluye diciendo que, si se cuenta con una planificación amplia que defina el modelo más deseable de crecimiento futuro, se pueden encausar las decisiones locales o regionales que envuelvan el aprovechamiento de los recursos hidráulicos, ya que por más importantes que puedan ser los intereses regionales o locales, los recursos naturales existentes en las cuencas, cualquiera que sea su magnitud o envergadura, tienen que evaluarse para luego enfocar su desarrollo desde un punto de vista nacional.

Robles, E. y Espinoza de León(17), consideran que las condiciones prevalecientes y particulares de cada país, han obligado a adaptar, en cada caso, diferentes políticas de planeación, tendientes todas a lograr el mejor aprovechamiento de sus recursos y elevar el nivel económico, cultural y social de sus habitantes.

También, hacen énfasis en el requisito ineludible, de considerar la planeación como una acción dinámica que, en ocasiones debe descartar antiguos preceptos para dar paso a nuevas ideas, derivadas de los cambios tecnológicos, económicos y sociales, pero aprovechando en todos los casos, las experiencias y resultados obtenidos en los diferentes planes de acción, ya sean gubernamentales o privados.

Además, mencionan que la planeación del aprovechamiento de los recursos hidráulicos, destinados a zonas de riego o de

drenaje, no escapa a esta condición dinámica y cada país debe emprender planes adecuados a sus propias características, buscando soluciones que atiendan a las necesidades del consumidor, como a las del sector productor.

Según, Alfaro, J.F.(1), cuando se refiere a la forma en que se ha llevado a cabo el desarrollo de los recursos agua y tierra en Guatemala, menciona que en estos se ha utilizado como patrón el concepto de desarrollo por proyecto. Al mismo tiempo, hace ver que bajo dicho concepto se ha realizado una planificación de proyectos específicos aislados, sin considerar en forma completa el impacto que tendrían estos proyectos, en el desarrollo de la región o cuenca donde se encuentra.

Considera también, que la utilización de las aguas para riego han sido seleccionadas sin considerar la posición que ocupan en el desarrollo integral dándole mayor énfasis a la implementación de infraestructura del proyecto, dejando por un lado la planeación de los otros aspectos fundamentales de las obras de riego, por lo consiguiente, se ha logrado con ello una expansión limitada del área agrícola, la cual es explotada en forma tradicional, lográndose rendimientos bajos donde se vislumbran dificultades, para llegar a producir beneficios económicos a las inversiones.

Masaya, A.R.(13), al analizar las diferentes deficiencias que presentan las Unidades de Riego, que administra el Ministerio de Agricultura, y al referirse a las imptables de la planificación, manifiesta que éstas son atribuibles a aspectos institucionales, legales, y en general, todos aquellos aspectos que requieren previsión de que en el futuro del proyecto pudieran causar conflictos de grandes proporciones. Además, indica que existen otros tipos de deficiencias, que revisten gran importancia en la planificación de proyectos, por ser debidos a fallas de orden técnico, siendo estas: la construcción de alternativas con pocas probabilidades de éxito; no contemplar el sistema de drenaje; la

falta de establecer la operación transitoria del proyecto; lo mismo que los esquemas de operación y mantenimiento; no contemplar estudios relacionados con problemas conexos con el riego; la poca planificación con programas de cultivo no acordes con mercados y experiencias de los futuros usuarios; falta de programación de los servicios de asistencia técnica; no contemplar la organización de los productores; y programar hectareaje no posible de cubrir.

La dirección de proyectos de irrigación de la S.R.H. de México(14), hace ver las actividades que concurren en el desarrollo de las tres grandes etapas, Planeación, Construcción y Operación, con características propias y bien definidas, son ampliamente conocidas y tradicionalmente configuran la historia Técnico-Administrativa de todas las otras de irrigación en el mundo.

Como consecuencia, la etapa final debe culminar con el funcionamiento de todas las estructuras en todos sus aspectos, para llegar a las metas programadas. Sin embargo, cabe señalar la importancia de las relaciones de continuidad entre estas tres etapas, que son fundamentales en los proyectos de riego, se estima conveniente y necesario, el aprovechamiento y aplicación de la experiencia de aquellos elementos técnicos especializados en obras de riego, que militan o actúan a diversos niveles, desde aquellos que intervienen en proyectos detallados de un sistema de riego, luego los que participan en su construcción y finalmente los de operación y conservación del mismo.

Chup Lim, (6), coincide con la Dirección de Proyectos de Irrigación de la S.R.H. de México (14), en cuanto a que la planificación, el diseño y la construcción de las obras de ingeniería, no son más que tres operaciones entre otras muchas, considerando de vital importancia, tener conciencia de la necesidad de integrar las actividades de ingeniería, con las prácticas agrícolas (cultivos, créditos, comercialización, etc.), para que un proyecto de riego pueda tener el éxito que se espera al

planificarlo.

Wiener, A. (24), en su obra "La Situación de la Alimentación en el Mundo y los Proyectos de Riego", dice que para su desarrollo eficiente del riego tiene que existir conciencia de que es una transformación general de la sociedad rural. Con este enfoque, la planeación será por tanto, más interdisciplinaria, más compleja, y mucho menos cuantificable. El autor sostiene que es necesario que los proyectos no se conciban única y exclusivamente desde el punto de vista de la ingeniería, sino que participen todas las disciplinas que aseguren la obtención de los frutos, de una forma rápida y eficiente, con los programas que en materia de riego se emprendan.

Anaya, G.D. (2), recalca que, es indispensable realizar estudios minuciosos, de los aspectos que intervienen en toda obra de riego, como son los de ingeniería, agrícola, económicos y sociales, persiguiendo con estos maximizar el aprovechamiento de los recursos, tanto físicos como, humanos y financieros.

Rodríguez, F.A. (18), considera que, cuando se proyecta un sistema de riego, el plan de desarrollo que se lleva a la práctica deberá ser factible, no sólo desde el punto de vista topográfico y técnico, sino también desde el punto de vista económico. La factibilidad económica tratada en este punto es distinta a la factibilidad financiera, y se refiere a posibilidad de que el conjunto de las obras permitan atender con ganancia las obligaciones financieras de su construcción.

En el Seminario Internacional, sobre La Planificación Integrada de Proyectos de Irrigación, realizada en Berlín (21), se destacó la necesidad de que la planificación y evaluación de cada proyecto de riego, se contemple su proyección económica y social, bien sea a nivel local, regional o nacional, pues en muchas ocasiones se subestiman los efectos de medianos y pequeños

proyectos.

Por otro lado, Grant, L.E. (), cuando se refiere al diseño de la ingeniería hidráulica, dice que, involucra el hacer muchas selecciones entre varias alternativas físicamente factibles. En términos generales, cada selección de entre un grupo de alternativas debe hacerse basada en consideraciones económicas. Y, a cada alternativa que reciba una serie o especial atención deberá expresársele en unidades monetarias, antes de que se haga la selección.

Wydler, R. citado por Masaya, R. (13), hace ver que hasta hace poco tiempo se le daba mayor atención a la construcción de las obras físicas, especialmente aquellas derivadas de ingeniería civil e hidráulica (tal el caso de las obras de captación; redes de canales secundarios y terciarios), sin contemplar infraestructura dentro de sectores de tierra, lo cual se dejaba en manos de particulares, para que ellos introdujeran el agua con redes internas, hasta sus parcelas.

El mismo autor, indica que las obras complementarias en la operación de un proyecto, son de suma importancia, ya que es necesario definir los métodos de riego y la aplicación más sencilla y económica de la técnica del manejo del suelo y del agua en la parcela misma. Para ello, continúa diciendo, se deberá contar con toda la asistencia técnica posible y obras parcelarias ya que el proyecto mejor y técnicamente preparado, puede malograrse al no contemplar éstos fundamentales elementos.

Sagardoy. (20), cuando habla de la relación que existe entre la operación la infraestructura y la organización de un proyecto, indica que las redes de riego se crean para ser operadas de tal forma, que permita la entrega de cantidades de agua necesarias, y que en los estudios debe de quedar planificada, la operación eficiente de la red de riego, con todas las tareas subsidiarias que ello conlleva consigo: preparación de planes,

organización del personal y usuario, correcto mantenimiento de las estructuras, provisión regular de insumos agrícolas, apoyo crediticio, apoyo para la comercialización de los productos, asistencia y capacitación adecuadas.

En el Seminario de Berlín (21), se recomendó que con el objeto de que los proyectos de riego sean optimizados en sus beneficios, sociales y económicos es indispensable una adecuada concepción técnica de los mismos, y para ello es necesario, que los organismos correspondientes tengan, previa a la adopción de una determinada solución, una idea perfecta, definida de los objetivos que deben resolverse, de las diferentes alternativas de solución, de los recursos con que se cuenta y de las implicaciones locales, regionales o nacionales que puedan tener esas alternativas.

IV. METODOLOGIA

La metodología empleada para efectuar el presente trabajo, esta concebida para lograr los objetivos que promovieron la realización del mismo, y esta fue la siguiente:

IV.1 Conversaciones con profesionales de diferentes disciplinas, quienes laboraron en el Ex-departamento de Estudios de Recursos Hidráulicos, así, como Ingenieros del Departamento de Construcción de DIRENARE.

Se indicó por parte de varios profesionales, los problemas que confrontan los técnicos planificadores, cuando se llevan a cabo planificaciones de sistemas de riego, el hecho de que se carezca, como sucede en nuestro país de toda aquella información básica necesaria para tales estudios.

Se citó la falta de información hidrometeorológica, social, estadística, agrícola, etc.

También, se mencionó que en las obras ejecutadas, principalmente por administración, en la mayor de las veces se carecían de estudios, planos y diseños, teniendo el técnico la necesidad de recurrir al ejecutar las obras y estructuras de riego, de los recursos materiales y humanos disponibles, aunque ello representara sacrificar aspectos técnicos, que más tarde indudablemente, ocasionarían problemas para la operación y mantenimiento de los sistemas construídos.

IV.2 Revisión y análisis de Memorias y Proyectos de Obras ejecutadas.

IV.3 Revisión de bibliografía de obras nacionales e internacionales, relacionadas con el tema.

V. IDENTIFICACION Y SELECCION DE AREAS

Para la realización de un proyecto de desarrollo de la tierra en base a la introducción del agua, deben considerarse una serie de pasos entre los cuales, aquellos que sirven para identificar y seleccionar las áreas a beneficiar, constituyen las primeras acciones a tomar.

En nuestro medio, casi ha sido usual que los diferentes estudios que se realizan para este tipo de propósitos, son promovidos por los agricultores interesados, quienes a propia iniciativa hacen las gestiones necesarias ante las autoridades de Gobierno. Ha ocurrido entonces que, se han autorizado varios proyectos que más tarde se ha comprobado no eran tan indispensables o por lo menos, no lo eran en el período en el cual fueron ejecutados y puestos en funcionamiento. Por otra parte, no se ha dado el caso de que un proyecto no se realice, mientras no se estudien otros aprovechamientos relacionados con la misma fuente de abastecimiento.

No obstante lo anterior, ello no debe de constituir de ninguna manera, ejemplos que deban imitarse, por cuanto los escasos recursos nacionales, económicos, materiales y humanos, o aquellos que son financiados con empréstitos del exterior, deben asignarse a proyectos de los cuales se espera obtener éxito.

En tal virtud, existen algunos procedimientos que pueden adoptarse, para efectuar las actividades de determinación de los lugares con más factibilidad de realización.

V.1 Identificación de Areas:

Este proceso puede ser llevado a cabo a través de una investigación general o bien, específica. En el caso de la general, ésta podría ser:

- a.- Estudios de Marcos de Referencia
- b.- Estudios a Nivel Regional o de Cuencas

Los primeros dan una evaluación amplia y general de las necesidades de conservación, desarrollo y utilización de los recursos; también determinan la naturaleza y extensión de los problemas y sus necesidades; formulan los procedimientos más adecuados; identifican áreas que requieren posteriores estudios.

Los segundos, dan una evaluación de los recursos a nivel de reconocimiento en áreas seleccionadas; atacan problemas a largo plazo, enfocando problemas a mediano plazo.

Respecto a los estudios a nivel regional, ya el Ministerio de Agricultura procedió a realizar un trabajo de Diagnóstico de una Región (Región I) (9), con el fin de arribar a conclusiones que permitan con una mayor claridad, identificar y elaborar proyectos que tiendan a un mejor aprovechamiento de los recursos. El anterior diagnóstico contiene:

- a) El diagnóstico de los recursos naturales renovables
- b) El diagnóstico socioeconómico
- c) El diagnóstico de la producción vegetal, animal y agroindustrial

Se tiene sabido que, la información en cifras y relaciones estadísticas ayudan a establecer realidades, sin embargo, lo más importante lo constituye la definición y el aporte de criterios que se refieren a las principales limitaciones que existen en el proceso productivo, para posteriormente, proponer alternativas racionales.

Muchas veces la elaboración de un diagnóstico, no forzosamente significa se pongan en relieve proyectos de gran trascendencia, sino sucede en su mayoría de oportunidades que, únicamente se aportarán sencillos pero muy importantes elementos de juicio, que permitan a los planificadores tomar decisiones bien

orientadas.

V.2 Selección de Areas:

Este aspecto es definitivamente uno de los puntos medulares de la planificación, por cuanto será en aquellos lugares que sean definidos o seleccionados, para desarrollar los primeros estudios, donde se harán las inversiones iniciales de los recursos disponibles.

El Doctor José Alfaro, propone ciertos criterios y principios que por considerarse viables y prácticos se recomiendan, siendo estos los siguientes:

V.2.1 Criterios de Selección de Areas de Riego:

La selección de áreas de riego deben hacerse de acuerdo a metas de desarrollo previamente establecidas. Por ejemplo, las áreas que se consideran regables, bajo el punto de vista del objetivo de alcanzar adecuados suministros de alimentos, puede que no sean considerados como regables bajo el objetivo de alcanzar una máxima eficiencia económica. Según lo anterior, se puede elaborar planes para lograr varias metas, entre ellas crecimiento económico, mayor oportunidad de empleo, diversificación de cultivos, conservación de divisas, para proteger la balanza de pagos, distribución adecuada de los ingresos, o bien, combinación de éstas u otras metas pertinentes.

La metas varían según las necesidades, conocimientos y creencias, estructura social y valores, dentro de la sociedad. Para que el proceso de selección sea eficiente y resulte en un plan o proyecto sólido, de importancia a través del tiempo y lugar, es necesario que los objetivos y metas sean previamente identificados.

La diversidad de las metas y de los factores físicos, económicos y sociales dentro de las áreas de un país, hacen que

sea impráctico el aplicar criterios únicos y uniformes para decidir en la selección de las tierras.

La disponibilidad del recurso tierra, debe ser considerada como una entidad productora de cultivos bajo un régimen de riego adecuado. En esta forma un sistema o clasificación de tierras, para seleccionar áreas de riego, debe considerar el potencial del patrón de cultivos, adaptación de los sistemas de administración o manejo, los métodos de riego, circunstancias económicas, tanto en la parcela considerada, como fuera de ella, capacidad y habilidad del recurso humano. Todos estos factores están íntimamente relacionados con el factor clima, factor suelo, topografía, drenaje y calidad de agua.

Un sistema de clasificación de tierras, para seleccionar las áreas regables debe relacionar las condiciones particulares del área del proyecto con los factores sociales, económicos y físicos. De esta manera, la selección de las áreas por regar, incluye una serie de factores complejos interrelacionados que requieren la participación de muchas disciplinas, los estudios de un proyecto se deben realizar de manera que en ellas se incluyan los siguientes puntos:

- 1.- La distribución natural de los grupos de suelos.
- 2.- Identificación de las formas de tierra.
- 3.- Distribución de la vegetación natural y el presente patrón de uso de la tierra.
- 4.- Profundidad del nivel freático y sus fluctuaciones.
- 5.- Características del drenaje superficial.
- 6.- Requerimiento del desarrollo de la tierra.
- 7.- Tenencia de la tierra.
- 8.- Requerimientos de drenaje.
- 9.- Requerimientos de agua.
- 10.- Geología del lugar.
- 11.- Condiciones climatológicas.
- 12.- Patrones de cultivos propuestos.

- 13.- Niveles de fertilidad.
- 14.- Topografía y otros muchos factores.

Con la participación del personal especializado, compuesto por ingenieros, economistas, hidrólogos y otros, se debe preparar para cada factor de selección importante, un mapa independiente. La interpretación posterior de la clasificación de suelos debe hacerse en forma coordinada por personal de gran visión, especializado en la planificación de proyectos de riego. Por ejemplo, si se conoce la necesidad de drenaje y existe un área salina sódica, ésta puede volverse productiva por medio de procesos de recuperación; si un grupo de suelos tiene pendiente, el plan de desarrollo entonces deberá incluir la construcción de terrazas; suelo excesivamente arenoso con pérdidas de agua, podría ser completamente excluido del proyecto, en el caso de que el agua, sea el factor limitante. Un suelo puede ser juzgado como excelente para riego, pero debido al hecho de que se encuentra sobre un substrato impermeable, es eliminado del proyecto debido que los trabajos de drenaje no justifican su costo. La composición química y la concentración de sólidos en el recurso agua, puede ser tal que, su uso en ciertos tipos particulares de suelos, formarían una tierra improductiva con la aplicación del riego.

Los factores físicos, suelos, topográficos, drenaje climatológicos y calidad de agua, están íntimamente relacionados e influyen en la necesidad de los insumos de producción.

V.2.2 Principios de Selección de Areas de Riego.

Existen varios principios generales que se utilizan principalmente, para generar o establecer guías de sistemas de clasificación, los que sirven para seleccionar las tierras que serán más tarde regadas. Estos principios son: El principio de predicción; el principio de correlación económica; el principio de

factores cambiables y permanentes; y el principio de potencialidad.

V.2.2.1 El Principio de Predicción:

Este principio se refiere a que las clases o grupos resultantes del sistema de clasificación, deben expresar las esperdas interacciones del sistema agua, suelo, planta, que existirían bajo el nuevo régimen de agua como resultado del riego.

La aplicación del riego cambia el balance natural, establecido por cirto tiempo entre el agua, tierra y vegetación, y aún podría incluirse al hombre. Por lo tanto, en un proyecto de riego es necesario evaluar e identificar estos cambios, para así asegurar una agricultura bajo riego permanente.

Para realizar una selección racional de futuros proyectos de riego, se requiere una clasificación de los recursos agua y tierra, de manera que pronostiquen las futuras condiciones que se establecerían con la construcción del proyecto. Este sistema de clasificación que únicamente diagnostique o describa el estado físico actual de los recursos en un área, generalmente proporciona bases insuficientes o inexactas para seleccionar las tierras de desarrollo agrícola bajo riego permanente. Como ejemplos de los cambios que pueden ocurrir a causa del riego, se pueden citar los siguientes:

- a) Formación de niveles freáticos, causando consiguientes problemas de drenaje, salinización y sodificación de los suelos y condiciones de inadecuada aereación, afectando desfavorablemente el desarrollo de los cultivos.
- b) Cambios en las características de los perfiles de los suelos, causados por arados profundos, araduras superficiales continuas o aplicación de enmiendas.

- c) Cambios de pendiente de los terrenos y microrelieve, causados por conformación física y/o nivelación necesaria de los suelos para el riego.
- d) Cambios favorables en la salinidad debidas a prácticas de lavado.
- e) Aumentos favorables en la salinidad, causados por niveles freáticos altos o una inadecuada aplicación de los riegos.

Para satisfacer los requerimientos del principio de preedicción, los estudios de clasificación deben coordinarse para organizar y sintetizar los factores que conciernen a parámetros tales como:

- a) Requerimientos de drenaje.
- b) Balance de salinidad.
- c) Equilibrio del sodio intercambiable.
- d) Requerimientos de agua.
- e) Cambios en la productividad del suelo esperados a raíz de nivelación, conformación y modificaciones del perfil de los suelos.
- f) Insumos de producción y cosechas.
- g) Uso y manejo del recurso tierra.
- h) Calidad de agua de riego.
- i) Calidad de los flujos de retorno.
- j) Peligro de avenidas.
- k) Erosión de los suelos.

V.2.2.2El Principio de Correlación Económica:

El principio de correlación económica, expresa que en un proyecto dado los factores físicos del suelo, topografía y drenaje, deben estar funcionalmente relacionados con un valor económico. En algunos sistemas de clasificación de tierras, el valor económico.

no es críticamente definido sino más bien es implícito en una forma cualitativa, generalmente en términos de niveles de productividad esperados. El sistema de clasificación del BUREAU OF RECLAMATION de los Estados Unidos, define el valor económico como capacidad de pago o residual económico, disponible para pagar el costo de que todos los otros costos han sido pagados.

En el caso de proyectos de riego a gran escala, la clasificación deberá tener una base económica que permita:

- a) Determinar si es factible aumentar el ingreso neto de la unidad Agrícola por medio del riego.
- b) La forma como debe ser planificado el riego para que se logren Los beneficios máximos.
- c) Evaluar las interrelaciones entre el uso, o usos, óptimo del agua y posibilidades de inversion.

Cuando las "clases" de tierra son definidas como "entidades-económicas" se deben seleccionar y escoger las características y mapeables, en un tiempo dado y lugar, para formar los factores determinantes de las "clases" de tierra. Estos factores determinantes, son por lo general formados por las características morfológicas observables, observaciones de laboratorio y características físicas.

Entre las características morfológicas observables, tenemos:

- a) Textura, exstructura y profundidad del suelo.
- b) Presencia del talpetate, arena, grava, caliche u otros factores limitantes del desarrollo radicular en el perfil del suelo.
- c) Tipo, espesor y secuencia del horizonte.

En las observaciones de laboratorio se considerarán las siguientes.

- a) Distribución del tamaño de las partículas.
- b) Mineralogía de la arilla.
- c) Capacidad de cambio de cationes.
- d) Reacción química (pH).
- e) Contenido de yeso, cal y materia orgánica.

Entre las características físicas se considerarán:

- a) Topografía.
- b) Microrelieve y pendiente general.
- c) Condiciones de drenaje interno y superficial.

El rango de características que comprende una "clase" varía con los factores económicos, ecológicos, técnicos e institucionales, que prevalecen o prevalecerán en el área. De esta manera, las "clases" de tierra proporcionarán una clasificación jerárquica, para el área en estudio utilizable para seleccionar las tierras, en cuanto a su potencial económico, para una agricultura bajo riego. Esta clasificación, entonces, indicará las áreas de mayor potencial, potencial moderado, pobre o sin potencial para el desarrollo agrícola bajo riego.

La clasificación jerárquica de índole física así generada, deberá entonces ser adaptada a las condiciones ambientales específicas del proyecto.

V.2.2.3 El Principio de Factores Cambiables y Permanentes:

Este principio consiste, en que los cambios en las tierras causados por el desarrollo bajo riego, impone la necesidad de identificar las características que permanecen sin mayores cambios, y las características que serán alteradas significativamente.

La aplicación de éste principio, permite la agrupación de factores determinantes de "clases", que aseguran una evaluación uniforme de las condiciones de las tierras en el área.

Los factores permanentes incluyen características como:

- a) Textura y estructura de los suelos.
- b) Profundidad del suelo.
- c) Profundidad o posición de zonas de caliche, talpetate, roca, etc.
- d) Factores de macrorrelieve.

Entre los factores cambiables, se pueden citar:

- a) Niveles de salinidad
- b) Porcentaje de socio intercambiable
- c) Reacción química (pH)
- d) Microrrelieve
- e) Posición del nivel freático
- f) Peligros de avenidas.
- g) Cobertura superficial, incluyendo vegetación y rocas.

El principio de factores cambiantes y permanentes determina, si el cambio es físicamente posible y hasta qué punto este cambio es económicamente justificable. Por ejemplo, podría ocurrir que bajo las condiciones económicas específicas de un proyecto, se pueden habilitar tierras salino-sódicas por medio de una gran inversión, lo que produciría un ingreso neto de Q.1,000.00 por; hectárea. Bajo otras condiciones económicas y climatológicas en donde el ingreso neto económico esperado después de habilitar las tierras con problemas similares, es de únicamente Q.100.00 por hectárea, se concluiría que, éstas últimas tierras no tienen un potencial de desarrollo bajo riego factible. De la misma manera, debe determinarse previamente situaciones tales como el desmonte, eliminación de piedras, control del nivel freático, etc. El hacer comparaciones, como las anteriormente mencionadas implica la existencia de metas pre-establecidas. Por ejemplo, si la meta nacional de desarrollo establecida, es la de lograr suficiencia e independencia en la producción de alimentos y desarrollo económico posterior, se pueden justificar fuertes

inversiones para mejorar la productividad de las tierras. Esto es especialmente cierto, en donde el desarrollo de tierras agrícolas es limitado, requiriéndose por lo tanto, una máxima utilización de los recursos agua y tierra. Por otro lado, si la meta primordial es el obtener máxima eficiencia económica, el nivel de cambio de los factores de desarrollo serían limitados y controlados por la relación de los beneficios y los costos.

V.2.2.4 El Principio de Potencialidad:

El principio de potencialidad, se refiere a que la resolución de las tierras o áreas de riego, deben hacerse a través de una identificación sistemática de tierra con suficiente productividad (tierras arables) que garanticen su consideración para ser regadas y una posterior selección dentro de este grupo, de las tierras que serán específicamente incluídas en un plan de desarrollo agrícola bajo riego (tierras regables).

Bajo este principio, la selección de tierras bajo riego, requiere un proceso que consiste en dos etapas principales:

- A.- La selección de tierras arables en base a una producción económica.
- B.- La selección de áreas regables teniendo como base la economía en la formulación de un plan.

La selección de tierras arables se efectúa en base a valores económicos, como ingreso bruto o de los cultivos, capacidad de pago o ingreso neto de las parcelas, según lo seleccionado para definir las "clases de tierra".

La aplicación del criterio de formación de planes se reduce a la eliminación del plan de desarrollo de los incrementos de tierra arable. A manera de ejemplo, se pueden citar:

- a) La eliminación de incrementos anti-económicos, tales como las áreas que requieren altas inversiones para llevar el agua, drenar o distribuir el agua.
- b) Exclusión de segmentos aislados.
- c) Eliminación de campos por encima de la cota servible por el agua.
- d) Eliminación por construcción de caminos u otras utilidades públicas.
- e) Eliminación de áreas que no cumplan con el criterio de ingreso mínimo.

De éstos factores, los factores a y c, dependerán principalmente de las metas pre-establecidas para el desarrollo agrícola bajo riego.

Es conveniente definir cuidadosamente en la clasificación de las tierras, el potencial mínimo requerido según las metas u objetivos del desarrollo de los recursos agua y tierra para fines agrícolas.

El potencial mínimo requerido, podría ser definido como la capacidad de las tierras regables, de mantener una familia rural y pagar los derechos de agua, bajo un adecuado programa agrícola. Según lo anterior, las tierras regables deben tener un potencial mínimo requerido, para mantener una familia y pagar por lo menos los gastos anuales de operación y mantenimiento y los costos de sustitución. Debe tenerse en cuenta, en la aplicación del criterio potencial mínimo requerido, las proyecciones de las necesidades y niveles de vida a medio y largo plazo, según sea el caso.

VI. INVESTIGACIONES DE PROYECTOS.

Es necesario recalcar que, el objetivo o finalidad de los proyectos de riego, no es el de construir infraestructuras masivas. El propósito más bien es el de utilizar y desarrollar los recursos agua y tierra asignados para el fundamento del riego, según las necesidades y problemas previsibles a corto, mediano y largo plazo, en el área o región considerada, teniendo en cuenta los objetivos nacionales de desarrollo.

Se recomiendan se adopten cuatro etapas principales en las investigaciones de proyectos, a saber:

- 1.- Estudios de reconocimiento;
- 2.- Estudios preliminares o de Pre-factibilidad;
- 3.- Estudios de factibilidad;
- 4.- Estudios definitivos.

En la gráfica numero *1, se muestra esquemáticamente el proceso global que deben seguir las investigaciones de proyecto; la descripción de este esquema es la siguiente:

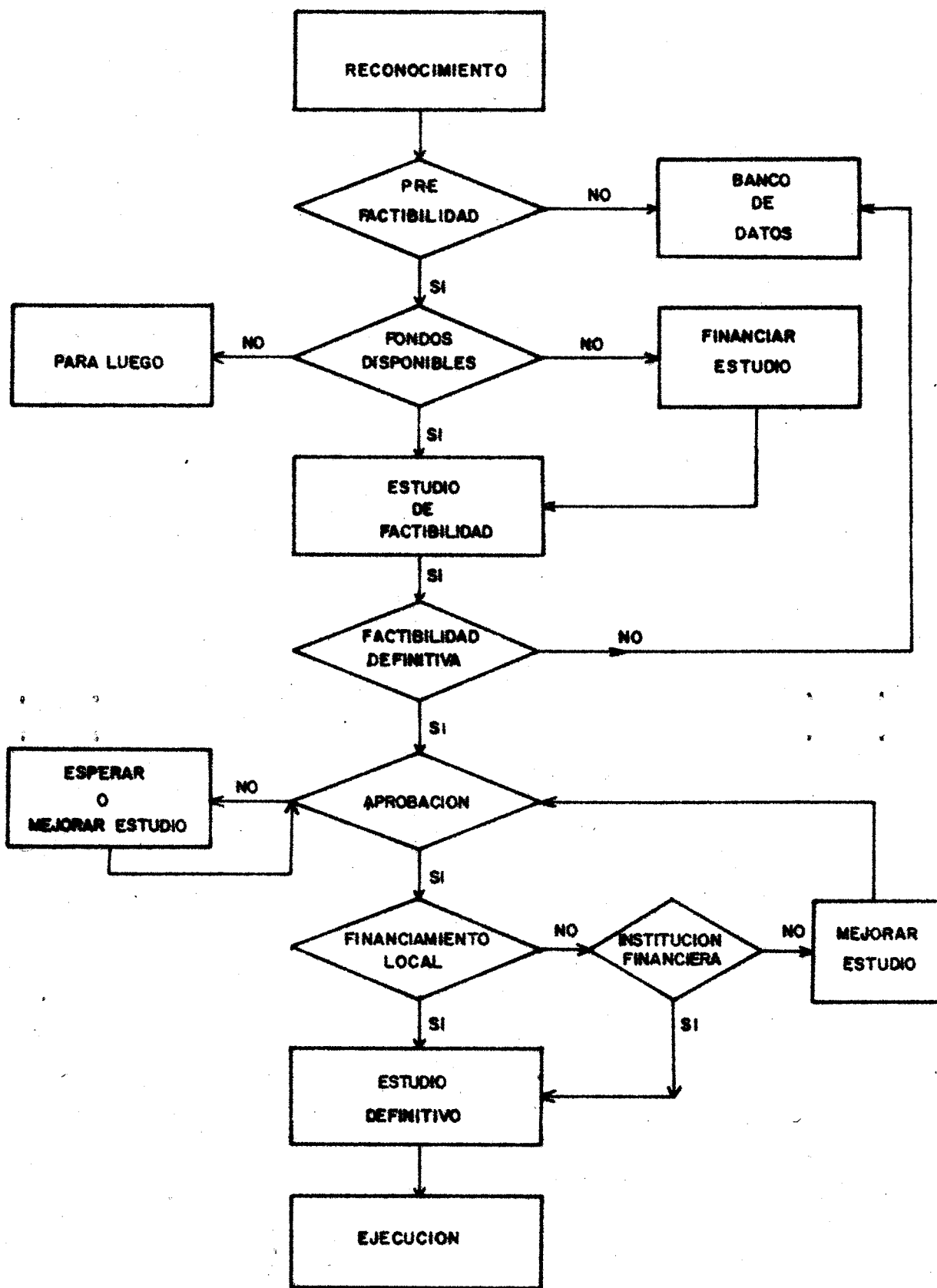
Se parte indudablemente del estudio de reconocimiento, como base del mismo. Luego, el estudio preliminar debe dar recomendaciones fundamentales sobre la posible factibilidad (prefactibilidad). En caso no exista ésta, la información obtenida formará parte de un banco de datos como base para otros estudios o información general.

Cuando el estudio preliminar, indica posible factibilidad (prefactibilidad) la entidad responsable, previa aprobación de la memoria o informe respectivo, debe gestionar o solicitar la asignación de fondos para los estudios de factibilidad.

En caso no existieran fondos disponibles, el estudio de factibilidad se puede posponer o bien, solicitar el financiamiento

necesario para realizarlo. En éste último caso, el informe o memoria constituye un documento de importancia fundamental, para demostrar la justificación de estudios posteriores más detallados.

Una vez obtenido el financiamiento, se inicia el estudio de factibilidad, el cual tiene como producto final, la memoria o informe que pruebe fehacientemente, la factibilidad del proyecto.



GRAFICA N° 1.

La memoria debe ser aprobada por el jefe de la institución encargada (aprobación institucional) de los proyectos del sector. Luego, debe ser sometida a consideración de las autoridades superiores, dependiendo de la magnitud del proyecto para su aprobación, y dicho informe sirve de base para la solicitud de asignación de fondos nacionales o bien para solicitar el financiamiento a alguna entidad internacional.

Con la aprobación del proyecto y obtenido el financiamiento, se procede a efectuar el estudio definitivo, mismo que viene a representar el precedente necesario para la construcción de la obra. La memoria o informe definitivo, es un documento interno de la institución, preparado para ser usado por la autoridad responsable de su aprobación y otras personas en las que recaiga la responsabilidad de decidir, tal el caso de directores, gerentes regionales, ingenieros encargados del diseño y construcción de las obras. Dicho documento debe contener todos los diseños, tal como deberá construirse el proyecto. Cualquier modificación deberá ser debidamente autorizada.

La aprobación de las memorias de Reconocimiento, Prefactibilidad, Factibilidad y Definitiva, debe hacerse en cumplimiento a normas y procedimientos integrales de planificación.

Estudios de Reconocimiento, Preliminares o de Prefactibilidad, Factibilidad y Definitivos:

1.- Estudios de Reconocimiento:

Estos constituye la fase primaria del proceso de investigación de un proyecto. Las recomendaciones pertinentes de esta fase, tienen capital importancia por cuanto la apreciación oportuna y temprana del problema de envergadura, resultan en el ahorro de inversiones en posteriores estudios.

2.- Estudios de Prefactibilidad:

Con la información obtenida en los estudios de reconocimiento, el estudio preliminar o de prefactibilidad, viene a dar un resultado de la posible factibilidad del proyecto, es decir, que es un indicativo de la factibilidad potencial del mismo. De igual manera, sirven de guía para los estudios de mayor detalle, que son por lo general los más costosos.

3.- Estudios de Factibilidad:

La metodología a seguir en estos estudios, es prácticamente la misma que se sigue en los de prefactibilidad, pero a un nivel de detalle superior, ya que este estudio trata de evaluar la factibilidad actual del proyecto y no la probable.

Los estudios de factibilidad se conducen para examinar en detalle, los desarrollos contemplados en los estudios preliminares y generalmente adoptan el plan maestro de desarrollo de una cuenca o de unidad de proyecto especificado en los estudios anteriores.

Como una cuestión respecial, se recomienda se vean las guías incluidas en -GUIDELINE FOR THE PREPARATION OF FEASIBILITY STUDIES FOR IRRIGATION AND DRAINAGE PROJECTS-, de FAO (1970).

4.- Estudios Definitivos:

Después de las investigaciones de factibilidad y aprobación del proyecto, todavía existe considerable trabajo por realizar antes del diseño final, especificaciones y de la construcción misma.

Los trabajos de ingeniería, exploraciones geológicas, trabajos agrológicos, etc., de los estudios de factibilidad, han sido llevados al punto necesario para demostrar la factibilidad del proyecto y dar bases para un sólido estimativo y de los costos.

El propósito del estudio definitivo, es el de extender y completar la información obtenida en el estudio de factibilidad, para producir los diseños, especificaciones y planos finales detallados, los cuales servirán de base para las licitaciones y contrataciones correspondientes.

En los capítulos siguientes, se presentan con detalle cada uno de los estudios y reconocimientos señalados, con excepción de los estudios definitivos de los cuales se indicó en el Capítulo I., serían mencionados superficialmente.

VII. ESTUDIOS DE RECONOCIMIENTO

Tomando en consideración que existen reconocimientos aéreos y terrestres, se entenderá que ya se tienen a la mano los primeros, con los cuales se pudo detectar en qué regiones se localizan sistemas u obraa ya construídas; cuáles sitios no se han aprovechado todavía; qué nuevos aprovechamientos hidráulicos existen; también permiten que la información obtenida en éstos reconocimientos, puedan ser verificados con reconocimiento terrestres, etc.

VII.1 Metodología para los Reconocimientos Terrestres:

VII.1.1 Personal

Una brijada de reconocimiento terrestre, consta esencialmente de: 1 ingeniero civil con experiencia en proyectos de pequeño y mediano riego; 1 ingeniero agrónomo con experiencia en suelos y cultivos; 1 economista; 1 sociólogo.

VII.1.2 Equipo:

Es necesario contar con vehículos, equipo y materiales técnicos, que corresponden a cada especialista en particular.

VII.1.3 Información General Requerida:

Es necesario obtener toda la información sobre direrentes aprovechamientos de la fuente en perspectiva, tanto de proyectos en estudio, como obras en ejecución y proyectos ejecutados. De lo contrario, se estarían estimando caudales o escurrimientos que posteriormente serán alterados.

VII.1.4 Visita de Inspección:

Se hizo referencia a la importancia de la información,

contenida en estudios o diagnósticos a diferentes niveles de detalle. También se indicó que muchas veces los proyectos se deciden ejecutar, cuando existen presiones de grupo, es decir, presiones ejercidas por conglomerados de agricultores, quienes luego de hacer planteamientos petitorios ante el Ejecutivo, continúan reiterando tal solicitud, hasta lograr ser escuchados. En tal virtud, como primera información disponible para un probable proyecto, lo constituye los estudios indicados, así como aquella que contiene la solicitud de los interesados y la que se obtiene de primera mano (hojas cartográficas, etc.).

Es indispensable, programar como un primer paso obligado a cumplir, una visita de inspección al área. Por lo menos se tendrá, previo a realizar tal inspección de una idea de que es lo que esperan o pretenden los agricultores, les atienda el Estado.

La visita de inspección propiamente dicha, consiste en un recorrido que se hace al lugar, donde se solicita la o las otras. Esta visita servirá para decidir si es necesario proceder a efectuar de inmediato los trabajos propios del estudio preliminar, o bien si de ella se deduce la no factibilidad del proyecto o si es factible pero a un elevado costo.

Como ejemplos puede citarse, el caso de que exista una fuente con caudales adecuados, pero que no hayan tierras agrícolas para desarrollarlas; que para aprovechar pequeños escurrimientos superficiales, haya necesidad de construir una estructura muy grande y por consiguiente de alto costo.

En los casos anteriores, en que de la visita de inspección se determine sin ninguna duda, que el proyecto no es favorable, se evitarán los trabajos que conlleva el estudio preliminar, lo cual representa evitar destinar fondos de cierta consideración, si se toma en cuenta las condiciones económicas del país, y en su lugar, asignarlos para los estudios de otras áreas con mejores probabilidades de éxito.

En las visitas de inspección, aunque se sabe que constituyen un estudio insitu, y por lo tanto se estima debe ser breve, no por ello se dejará a un lado, aspectos importantes del lugar como lo son: la hidrología; la climatología; la agrología; tenencia de la tierra; condiciones y estado de la cuenta; comunicación terrestre; estado del desarrollo agrícola; organización social; conducta y respuesta de la colectividad ante un posible cambio y otros.

Al participar profesionales de diferentes disciplinas, quedará a juicio y capacidad de ellos, profundizar en la investigación de alguno de los aspectos o factores, que pudieran reforzar de descartar el proyecto. Esto quiere decir que, los técnicos que intervengan en este nivel de estudio generalmente del proyecto, deben ser sin lugar a dudas, personas de amplia experiencia y capacidad, para que el estudio sea realizado con cuidado, esmero y buen criterio, ya que un descuido en la consideración de algún detalle, podría dar origen a algunos de los siguientes problemas:

- a) Que se malgasten recursos de orden diverso.
- b) Que no se realice o se posponga la ejecución de una importante obra, con perjuicio de un pequeño, mediano o gran sector agrícola.

VII.1.5 Aspectos Socioeconómicos:

Para este tipo de acciones, puede utilizarse el instructivo y metodología que recomienda el Doctor Berkley Spencer, y el cual se cita a continuación:

Instructivo y Metodología para los Estudios Socioeconómicos de Reconocimiento.

1. Se realiza posteriormente a la identificación socio-económica de áreas de posible riego, por medio de visitas de

inspección con el objeto principal de conocer en forma general las condiciones socioeconómicas que privan en el área, detectar los recursos existentes, su utilización óptima, los problemas socioeconómicos actuales y los que pudieran suscitarse con la ejecución del proyecto.

Cada local o grupo presenta características particulares, por lo que las visitas de reconocimiento deberán constituir un elemento de primer orden en este tipo de trabajo y las estadísticas recopiladas en la fase de la "Identificación Socioeconómica de Areas de Riego", complementarán la información pero, deberán aplicarse o modificarse cuando sea necesario de acuerdo a las observaciones de campo.

El informe socioeconómico preliminar, permitirá en esta forma evaluar en que grado de anteproyecto técnico propuesto o seleccionado se adapta a las condiciones socioeconómicas reales del lugar y si cumple o nó con los objetivos establecidos en los Planes Nacionales de Riego.

A. Objetivo:

Los estudios de reconocimiento tendrán el propósito de responder a las siguientes preguntas:

- a) Hay necesidad de ejecutar el proyecto de riego?
- b) Hay interés de que se ejecute el proyecto?
- c) Existe algún obstáculo para que se pueda ejecutar el proyecto?
- d) Existen recursos humanos en el área?

B. Metodología:

Para efectuar estudios de reconocimiento, se recomiendan los siguientes pasos:

1. Hablar con funcionarios agrícolas y gubernamentales del área.

Con información previa de la localización de Agencias de Extensión Agrícola Jefe Regionales de DIGESA, Supervisores de DIRENARE, u otras Autoridades del Sector Público Agrícola, se les solicitará en el campo información sobre los siguientes aspectos:

- a) Tenencia en general
- b) Cuáles son las cosechas del lugar
- c) Productividad de la región
- d) Interés por el riego
- e) Si se conoce algún obstáculo para el establecimiento del riego
- f) Características de la gente —grupos étnicos—, y si hay gente indígena, si entiende y habla español.
- g) También es importante identificar los grupos existentes que tienen que ver con programas o proyectos especiales de desarrollo. Por ejemplo, si hay cooperativas, grupos organizados por agentes de cambio, como los del cuerpo de Paz, grupos religiosos, etc. Estos grupos pueden servir como vehículos muy importantes para el cambio.
- h) Es también importante identificar personas que por su cuenta, están tratando de desarrollar el uso del agua para el riego. Ellos ya están motivados para el uso del riego y servirán como primer enlace para el desarrollo del riego en la zona.

2. Una vez que el Grupo de Planificación Física haya identificado las áreas de posible riego, se efectuará un recorrido en cada una de ellas, de acuerdo con la prioridad que se les asigne, para “observar” los aspectos siguientes:

- a) Tamaño de fincas y otros aspectos de tenencia en general
- b) Tipo de agricultura y cultivos

- c) Nivel de vida
- d) Número de escuelas
- e) Número y tipo de servicios públicos
- f) Nivel de conocimientos y tecnificación agrícola

3. Se seleccionarán de cinco a diez agricultores de la región, tratando de que el grupo sea heterrogéneo, es decir, que sean originarios de distintos lugares del área, con diferentes tamaños de parcelas y con diferente nivel de vida. A dichos agricultores se les hablará individualmente y se les solicitará información acerca de:

- a) Cosechas
- b) Rendimientos
- c) Problemas
- d) Interés y conocimiento del riego
- e) Conocimiento y obstáculos para realizar el proyecto
- f) Si conocen de personas o grupos opuestos al riego.

En esta entrevista, también se tratará de identificar la existencia de grupos opuestos y sus problemas o cualquier obstáculo para el desarrollo de un proyecto de riego.

4. Se efectuará una reunión o reuniones generales con grupos de agricultores de la región, para plantearles los siguiente:

- a) Posibilidad de riego
- b) Posibles cambios en cuanto a tecnificación agrícola, producción, comercialización, etc.
- c) Derechos y obligaciones
- d) Se preguntará si bajo esas condiciones tendrían interés en el riego.
- e) Nuevamente se tratará de definir grupos opuestos y sus problemas.

Para el cuarto paso, se citará previamente a las personas

que a juicio de alguna autoridad civil del lugar o lugares se crea conveniente.

Para dichas reuniones se aplicará algunas técnicas sencillas de dinámica de grupo. Esto consiste en reunir a grupos de personas que serían afectadas por la introducción del riego. Durante la reunión se les explica el propósito de la reunión.

Se les explicará todo lo posible respecto al caso y luego se les solicitará sus opiniones al respecto.

No se trata de convencerlos de que, deben aceptar o buscar el riego, sino se trata de explicar lo más claro, lo más sencillo y lo más completo posible como sería la situación bajo riego, y luego dejar que pidan aclaraciones y que se den opiniones.

Para que de resultado este tipo de reunión, es importante que salga a luz toda la información disponible. Es decir, que sea una discusión franca y abierta. Sólo así, se puede discernir si hay entusiasmo por el riesgo o si hay obstáculos graves que en el futuro puedan estorbar el desarrollo y el éxito del proyecto.

Durante la discusión alguien debe tomar nota de los puntos más sobresalientes. Al final de la reunión se debe buscar una indicación por parte de los agricultores con respecto a su interés en el riego, y si creen que el proyecto se debe seguir estudiando.

Después de la reunión los técnicos que estuvieron presentes, deben discutir lo que paso y cuales han sido las conclusiones, para así, tomar nota antes de que se les olvide alguna cosa.

Se estima que todo el trabajo de campo puede realizarse en dos etapas:

1a. Etapa:

En ésta se incluye la selección del área a estudiar, recolección de la información básica de identificación, información de las autoridades a entrevistar, lo cual deberá tenerse antes de decir el viaje y las entrevistas con la muestra de 5 a 10 agricultores (abarca los pasos 1o. al 3o.).

Habiendo llenado los requisitos anteriores, se efectuará el viaje y recorrido del área y se dejarán citados a los agricultores para la reunión o reuniones generales.

2a. Etapa:

Se dispondrá un segundo viaje, para efectuar la reunión o reuniones con los agricultores citados, lo cual se realizará inmediatamente al trabajo de la primera etapa (abarca el 4o. paso).

Se hará un informe final que dé respuestas a los objetivos propuestos. Se presentará con dos copias; una para la planificación física y otra para la planificación socioeconómica.

VII.1.6 Como una guía general, para la presentación de un informe final general, de un estudio a nivel de reconocimiento, se da a continuación un modelo del contenido de la Memoria, debiéndose consignar cada uno de los temas y numerales con la información que los mismos requieren.

Informe de un Estudio de Reconocimiento.

Nombre del estudio y fecha.

Nombre de los técnicos.

Contenido.

Croquis de localización

Introducción (antecedentes, objetivos, categoría del estudio,

materiales y métodos de trabajo).

1. Generalidades:

- 1.1 Localización del área (situación geográfica, política, límites y superficie aproximada).
- 1.2 Vías de comunicación.
- 1.3 Población (número de habitantes y ocupación).
- 1.4 Tenencia de la tierra (tipo y distribución).
- 1.5 Clima.
 - Datos meteorológicos (precipitación, temperatura y observaciones de campo).
 - Clasificación del clima (2o. Sistema Thornthwaite).

2. Agricultura y Ganadería:

- 2.1 Tipo de agricultura y cultivos actuales.
- 2.2 Sistema de explotación ganadera y razas actuales.

3. Suelos:

- 3.1 Descripción general (en base a las geoformas).
- 3.2 Topografía (forma, relieve y pendiente).
- 3.3 Uso del suelo (cultivos, vegetación natural, otros).
- 3.4 Factores limitantes (salinidad, erosión, pedregosidad, etc).
- 3.5. Clasificación agrícola de suelos y superficies en hectáreas (clases 1,2,3 y 6).

4. Irrigación y Drenaje:

- 4.1 Hidrología (fuentes superficiales y subterráneas).
- 4.2 Calidad de aguas.
- 4.3 Necesidad y posibilidades de establecer el riego.
- 4.4 Necesidad de drenaje agrícola.

5. Conclusiones y Recomendaciones.

- 5.1 Cuadro de superficies en hectáreas, según clases agrícolas de suelos (clases 1, 2, 3 y 6).
- 5.2 Sobre la capacidad de uso bajo riego, mencionando los

factores limitantes.

5.3 Sobre la necesidad de efectuar estudios agrológicos de mayor detalle.

6. Mapas:

Clasificación agrícola de suelos (clases 1,2,3 y 6).

Nota: Los cuadros, gráficas y fotografías del informe se incluirán al final del capítulo correspondiente.

VIII. ESTUDIOS PRELIMINARES O DE PREFACTIBILIDAD

Luego del estudio de reconocimiento, se efectúan los estudios de prefactibilidad. Estos se llevarán a cabo, cuando en la visita de inspección no hayan salido a luz, obstáculos de peso que descarten de una vez por todas el proyecto.

Los estudios preliminares, son las primeras investigaciones que se realizan en un área, con potencial de desarrollo agrícola. Esta etapa de estudios es la que en forma técnica, determina la conveniencia de continuar invirtiendo recursos en subsiguientes estudios o bien, eliminar definitivamente la consideración del proyecto.

Durante el proceso de la investigación, se debe adjuntar toda la información disponible del área del proyecto, de tal manera que, adoptando datos y mapas de estudios anteriores (si los hubiere), se logre integrar toda la información necesaria a un costo relativamente bajo.

Las investigaciones se pueden clasificar en dos grupos:

1. Trabajo de gabinete.
2. Trabajo de campo.

Lo anterior, tomando en cuenta que sus actividades se deben reducir al menor número posible, sin desatender la calidad y exactitud de sus propósitos para llegar a obtener resultados confiables.

1.- Trabajo de Gabinete:

En esta parte, se debe encaminar el estudio a fin de determinar la información pertinente al área del proyecto y a la localización de los fenómenos que en ella suceda. El primer paso

a dar, para obtener la información necesaria, es organizar las actividades que formarán los estudios preliminares o de prefactibilidad.

En estas investigaciones se requieren de planos esquematizados, fotografías aéreas y estudios anteriores, considerándose necesario ajustar y precisar sucesivamente en el transcurso de los reconocimientos de campo. Toda la información obtenida, deberá ser ordenada por materia específica, para su consulta inmediata cuando sea necesario, sobresaliendo los aspectos siguientes:

1. Hidrología y Climatología.
2. Agrología.
3. Topografía.
4. Agronomía.
5. Socioeconomía.

Los trabajos de oficina, deben incluir estudios hidrológicos, basados sobre todo, en datos disponibles para poder así, determinar las estimativas de descarga y volúmenes de las fuentes de agua que interesan.

Además, se requiere de la información climatológica e hidrológica, como son los datos publicados en diferentes fuentes, tales como la que proporciona el Instituto de Sismología y Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH). También, deben recopilarse todos los datos que se es posible obtener sobre la región, entre los cuales puede citarse los mapas cartográficos y fotografías aéreas, utilizando para tal fin, las escalas que más convengan. Esta información puede proporcionar datos sobre las vías de comunicación, núcleos poblacionales, etc.

En resumen, se considera que los estudios de gabinete constituyen un trabajo indispensable y el cual permite recoger, analizar y archivar, todos los documentos relacionados con los

aspectos ya citados. Esta recopilación deberá comprender todas las fuentes de información existentes en el país.

2.- Trabajo de campo:

Durante esta fase preliminar, se preparan con la debida anticipación, equipos de medición y los documentos cartográficos que sean requeridos, así como aquellos formularios que se necesiten para realizar encuestas.

Este estudio tiene como objetivo fundamental, el de indicar si existe una factibilidad potencial que justifique más erogaciones para otros de más detalle.

Las actividades anteriores se deberán efectuar en forma inmediata a las investigaciones de oficina; sin embargo, previamente serán trazados los planes de trabajo y las estrategias a seguir. Se procederá a determinar los puntos más importantes del área, ya en el propio terreno, para lo cual se recomienda que los técnicos soliciten el auxilio de personas conocedoras, de preferencia, algún probable beneficiario del proyecto.

Se deberá preparar una memoria o informe que contenga historial y descripción del área, extensión total, extensión de las áreas regables; asimismo, fuentes de agua, topografía, suelos, cultivos, aspectos socioeconómicos, etc. En el punto VIII.6 del presente capítulo, a manera de guía se presenta un modelo de la memoria o informe de prefactibilidad, en el cual se consignan aquellos aspectos que luego de investigaciones, serán reportados debidamente.

VIII.1 Aspectos Hidrológicos y Climatológicos:

La hidrología se encarga de estudiar los distintos fenómenos hidrometeorológicos, que gobiernan las precipitaciones y escurrimientos de las aguas y que determinan las sequías y las

grandes avenidas; estudia además, las modificaciones que sufre el agua en la superficie de la tierra, sean éstas producidas por la evaporación o bien por accidentes topográficos y condiciones del suelo. Las fuentes de agua con que cuenta el país, es sin lugar a dudas, uno de los recursos de mayor importancia y cuyo aprovechamiento es parte del desarrollo mismo de la República. El origen del agua y especialmente, aquellas que se utilizan para fines agrícolas, son provenientes de las precipitaciones pluviales, encontrándose éstas sobre la superficie del terreno, o bien por debajo del mismo. El estudio del agua para riego debe contemplar todas aquellas posibilidades de suministro y su uso está influenciado por el mejor conocimiento que se tenga sobre el comportamiento del agua en la naturaleza y los fenómenos que la gobiernan.

Las observaciones se inician con un recorrido por toda el área de la cuenca con el propósito de determinar las principales características hidrológicas topográficas, y además, deben fijarse lugares que sean fácilmente identificables. La información que el técnico debe recopilar, es la que se refiere a: caudales disponibles, sean estos superficiales o subterráneos; calidad de agua; escurriencia superficial; recurrencia de avenidas; precipitación y, evapotranspiración.

El objetivo fundamental de contar con la mayor cantidad de datos hidrológicos y climatológicos, es el de estimar la cantidad de agua disponible y la requerida por la vegetación natural y cultivos a desarrollarse. Los datos de precipitación y evaporación, sirven para el cálculo de la evapotranspiración, que es el factor de mayor importancia en la planificación de un proyecto de riego, ya que de ella depende la capacidad del sistema.

Estos datos pueden llegarse a obtener, a través de las estimaciones pluviométricas de la zona; si ésta no existiera, como ocurre usualmente, puede entonces utilizarse los datos de las

estaciones vecinas más completas.

El agua superficial constituye, la fuente más importante en una obra hidráulica y la fuente de información ideal, la constituyen los datos de un gran número de años de la escorrentía del río bajo estudio; pero esta información muy rara vez se presenta, siendo más frecuente el caso en el cual no existan datos suficientes y complejos. En este caso, lo conveniente es utilizar datos estimativos de escorrentía en el punto de utilización. En la actualidad, es amplia la literatura a la que se puede acudir para estimar la escorrentía, muchos de los métodos recomendados se basan en datos estadísticos, otros de simulación de correlación basados en datos meteorológicos y de comparación entre la cuenca en estudio y otras de similares características. Debe tomarse en cuenta que, los datos de escorrentía reflejan la situación actual existente, durante el período de la observación.

El técnico, para determinar la magnitud de los gastos y caudales que escurren por un cauce, necesita conocer previamente ciertas características del mismo, como por ejemplo: la sección hidráulica; la pendiente; el tipo de material existente en el cauce; etc., con el objeto de establecer correlación que los conjuguen con el gasto hidráulico y que permita determinar constantes para simplificar el cálculo de los volúmenes que escurren; de allí la necesidad de instalar una estación de aforo en el sitio más conveniente de la corriente, a efecto de hacer las observaciones que sean necesarias. Todos estos componentes del estudio no deben de ser datallados, que la calidad de las observaciones están sujetas a una investigación a nivel de macro-integral o grosero. Por consiguiente, en el recorrido es conveniente identificar y anotar todas aquellas corrientes, que puedan ser determinantes para continuar con los estudios de factibilidad. Dentro de las observaciones, deben incluirse los siguientes aspectos:

- a) Extensión superficial de la cuenca
- b) Principales fuentes de agua, sean éstas superficiales o subterráneas
- c) Forma y longitud de los cauces
- d) Forma de concentración de las aguas
- e) Régimen de las corrientes, época de crecientes y estiaje
- f) Estimar la altura de el agua a caudal máximo, calculándose por medio de observaciones a las marcas dejadas por el agua.
- g) Aproximar la pendiente del cause del río y la pendiente de la superficie del agua durante el máximo o caudal estimado.
- h) Observar la cantidad, clase y concentración de sedimentos en suspensión y arrastre, tales como, troncos, piedras, arenas, etc.
- i) Recorrer los tributarios anotando las principales características de los cauces y flujos.
- j) Determinar las posibles fuentes de agua subterránea, mediante pozos en el área de estudio; si existen éstos, tomar muestras para posteriores análisis.
- k) Tomar muestras de agua tanto de fuentes superficiales, como subterráneas para comparar su calidad con estudios anteriores.
- l) Inspeccionar posibles sitios para ubicación de presas y otras estructuras previamente identificados.
- n) Estimar la posible elevación de la presa con respecto a la zona de riego
- m) Inspeccionar y describir el material con el cual se podría contar en el sitio.
- o) Determinar la posible ubicación del canal principal y secundarios, anotando sus características significativas del tramo y su posición con respecto al área de riego, etc.

VIII.2 Aspectos Agrológicos:

Los reconocimientos agrológicos deberán ser ejecutados sin

que sean muy pormenorizados, es decir, que las observaciones y mediciones, se basarán en una identificación rápida del área del proyecto, auxiliándose inicialmente de los estudios anteriores y planos agrológicos, que contengan la información deseable sobre la clasificación de suelos, que incluye series, tipos, y fases; niveles freáticos; piezométricos, áreas bajo cultivo, áreas no regables etc. La información necesaria a nivel de reconocimiento, deberá incluir para todo tipo de suelos; Textura, estructura, profundidad, capacidad de retención del agua, profundidad de napa freática, características de infiltración, estado de fertilidad, calidad y cantidad de sales, etc.

La caracterización del suelo o más ampliamente del terreno, implica una descripción de los elementos morfológicos, esto incluye el examen de algunos perfiles, para completar la información en aspectos especiales de los suelos. Toda esta información morfológica, nos servirá para un mejor diagnóstico del campo y conlleva un conjunto de observaciones, de las cuales podemos derivar una serie de inferencias o predicciones, como también, nos determinará las posibles zonas de muestreo para las estructuras de riego.

Dentro de los caracteres morfológicos que se consideran necesarios para estos estudios, se cuentan los siguientes:

- a) Lo concerniente a estructuras y textura de éstos suelos y subsuelos, debido a que estas características juegan un papel importante en la relación agua, aire y planta. Conviene observar el tipo, tamaño y grado de desarrollo de las estructuras de cada horizonte, también es importante establecer diferencias, entre las diferentes clases de estructuras y texturas esto es una práctica de oficio que se puede hacer mediante una apreciación rápida y posible, por medio del método "al tacto" o bien con barrenamientos esporádicos.

- b) Observar el perfil del suelo a una profundidad considerable, con el objeto de determinar zonas críticas en donde se sospeche poca profundidad efectiva, y además, poder analizar las condiciones en que se lleva a cabo el drenaje interno.
- c) Observar y determinar la consistencia del suelo, en seco, húmedo y mojado, siendo de gran importancia debido a que nos indicará, por una parte, si el nivel freático se encuentra alto; suelos y subsuelos rocosos poco fértiles; posible salinidad, la que se indica por manchas salinas; presencia del talpetates; y por otra, las propiedades de adhesividad, plasticidad, cohesividad y estabilidad de los agregados.
- d) Observar las características y cualidades del drenaje superficial; éste debe incluir, no solo la calificación general del mismo, sino también, debe determinarse la concavidad del terreno, el microrelieve y los pequeños caños de desagüe, etc. Todo ello es de sumo interés, para estimar preliminarmente las necesidades de nivelación y conformación del terreno, etc.
- e) También debe observarse y anotar el tipo de estructura superficial y las grietas en el perfil, con el objeto de determinar costras o material granulado sobre el terreno, detectar las grietas, es de gran importancia, debido a que nos indica el proceso de infiltración y evaporación de agua al subsuelo y en los posibles daños físicos a las raíces de los cultivos. El agrietamiento nos da un índice del tipo y cantidad de arcilla naturaleza de los iones de intercambio condiciones de desecación, etc.
- f) Determinar la topografía de cada uno de los de suelos y describir su configuración propia. Estas pueden ser: lomas, planicies, planos inclinados de las montañas y

serranías. La clasificación se basa en la pendiente de los terrenos.

La labor de efectuar éstos estudios, no es únicamente de describir características y cualidades del suelo, sino también, de interpretar su importancia con relación a un nuevo sistema de riego y a los futuros cultivos y necesidades de manejo y dentro del contexto climatológico, socio-económico y tecnológico del área en cuestión.

VIII.3 Aspectos Agronómicos:

Los estudios agronómicos deben ampararse inicialmente, en el uso de la fotografía aérea con cobertura estereoscopia y mapas de la región, con escalas no menores, en lo posible de 1:25,000. Estas fotografías y mapas también servirán para posteriores investigaciones de campo. Mediante este procedimiento, se puede llegar a establecer áreas aptas para cultivos agrícolas y boscosas, áreas de tierras en descanso y las no propicias para la agricultura de regadío. El ingeniero agrónomo, encargado de estas investigaciones debe efectuar un recorrido por toda la zona, con el propósito de demarcar las principales características sobre el uso actual de la tierra.

La información por recopilarse se basará sobre las áreas bajo cultivo, bajo riego y de secano, anotando los respectivos rendimientos, patrones de cultivo, intensidad de cultivos, prácticas agrícolas, etc.

Dentro de las observaciones, el técnico incluirá los siguientes aspectos:

- a) Determinar los cultivos establecidos en el área y sus extensiones, incluyendo especies forestales y pastos naturales, indicando además, su rendimiento y adaptación

a la zona.

- b) Determinar la cantidad de tierras que pueden ser arables y regables, incluyendo las actuales.
- c) Observar la vegetación natural y su importancia económica en la zona.
- d) Anotar las dificultades que ofrecerían estos suelos, al ponerlos bajo producción agrícola, como por ejemplo: limpieza del monte, nivelación de tierras, conformación física de los terrenos, etc.
- e) Determinar en los cultivos agrícolas existentes y vegetación natural, la incidencia de plagas y enfermedades, registrándose tanto, en la época de verano, como en la estación lluviosa.
- f) Clasificar aproximadamente, el área del proyecto en grupos de acuerdo a su topografía, indicando su extensión y adaptación a los posibles sistemas de riego.
- g) Aproximar los tipos de suelo y su extensión, determinando, así pendientes en áreas de topografía difíciles.
- h) Definir las colindancias físicas de las parcelas, considerando los límites de la propiedad actual. Se considera muy importante para determinar la dificultad en el manejo actual y las ventas de una futura expropiación o de compras de tierras por estado, demarcando las nuevas parcelas, según la conveniencia del riego.
- i) Determinar la existencia del uso del agua, para fines de riesgo agrícola, pudiendo ser aguas superficiales o subterráneas.

- j) Observar los daños ocasionados por la erosión, si es que existe, como también determinar los métodos de conservación de suelos utilizados por los agricultores.
- k) Determinar el uso de material agrícola reproductivo, indicando si es natural o mejorado; de productos agroquímicos (fertilizantes, pesticidas, etc) y abonos naturales.
- l) Determinar la dirección y magnitud aproximada de los vientos prevaescentes en el área del proyecto, indicando si ocurren durante el día, en la mañana, en la tarde o durante la noche.
- m) Determinar el uso y disponibilidad de maquinaria agrícola, anotando la modalidad que se emplea en la preparación de suelos y métodos de cultivo.

VIII.4 Aspectos Topográficos:

Para esta etapa, se recomiendan los levantamientos aéreos y terrestres.

En todo caso, las escalas a usar serán del orden de 1:50,000 y 1:20,000, con espaciamentos entre curvas de nivel de 0.50 a 1.00 metros, para planificar preliminarmente el área y hacer la localización general de canales de conducción, redes de distribución y redes de drenaje; también, para la delimitación de la zona regable.

Estos aspectos también, darán idea del sistema de riego posible de implantar (gravedad, aspersión o goteo).

VIII.5 Aspectos Socioeconómicos:

La realización de un proyecto, significa introducir en la

economía del país un elemento dinámico que provoca repercusiones en el desarrollo social y económico de sus pobladores. En la etapa inicial de estudio del proyecto, el aspecto económico es uno de los primeros que se consideran perjudicial, y se puede definir como el conjunto de antecedentes que permiten juzgar las ventajas y desventajas que presenta la asignación de recursos económicos, a una zona o región productora, donde serán transformados en determinados bienes o servicios.

El estudio y conocimientos de la situación general del área del proyecto y de su economía, así como de su desarrollo, es esencial para formarse un criterio de las prioridades que se deben de tener en el desarrollo del trabajo. Estos estudios de prefactibilidad, constituyen un requerimiento para sustentar a qué sector económico del área del proyecto beneficiaría. Sabiendo de antemano que es un proyecto de rehabilitación, por lo consiguiente el sector favorecido es el agropecuario, por tal razón, el enfoque del estudio va dirigido a un porcentaje bastante alto de la población que se beneficiará dentro del contexto nacional, en este caso, la información deseable a recopilarse debe incluir: aspectos de tenencia de la tierra y tamaño de la propiedad, datos sobre la población del área bajo investigación, grado de la población económicamente activa, rango y promedio de ingresos per-cápita industrias, mercados, vías de comunicación e instituciones sociales, tal es el caso de cooperativas, asociaciones y ligas campesinas.

La dieta alimenticia y el estado de salud de los pobladores de la región, es muy importante determinarlos, ya que debido a éstos dos aspectos, así será la importancia que se le dé al desarrollo de las actividades, por ser ellos índices indicativos de la capacidad de trabajo de los futuros usuarios del riego. También es imprescindible, determinar el estado de bienestar social y económico de la población, la existencia de servicios de agua potable, desagües, centros de salud y electrificación. Estos

aspectos sirven de guía para la planificación de proyectos de propósitos múltiples.

Un procedimiento que se considera lógico y práctico, es el que propone Alfaro (1), quien recomienda investigar en estos estudios y en este campo específico, lo siguiente:

1. Visitar poblaciones rurales que sean representativas de la población total del área o bien familias de agricultores, con el objeto de determinar:
 - a) estado de la vivienda;
 - b) situación familiar. Esta incluirá número de miembros de la familia, dieta acostumbrada, incidencia de enfermedades, grado de instrucción etc.;
 - c) existencia de servicios sociales disponibles y modalidad de operación;
 - d) ocupación de los pobladores;
 - e) economía familiar; costos de producción por cultivo, gasto de consumo familiar e ingresos y bruto anual
2. Tenencia de la tierra:
 - a) extensión aproximada o rangos de extensión del grande, mediano y pequeño agricultor;
 - b) prácticas de arrendamiento y porcentaje de tierras arrendadas;
 - c) uso de la tierra por los agricultores (grande, mediano y pequeño)
 - d) posible dificultad en los procedimientos de expropiación de la tierra para futura distribución de la misma.
3. Prácticas agrícolas y sus costos aproximados:
 - a) preparación de las tierras;
 - b) siembra y cultivos principales;

- c) riego: actitud al riego y al pago del agua, experiencia en riego;
 - d) modalidad de cosecha, manual, mecánica;
 - e) disponibilidad de mano de obra, su capacidad, experiencia y costo;
4. Existencia de cooperativa u otras formas de organización
- a) agrícolas, de consumo, otras
 - b) organización y funcionamiento actual de las cooperativas;
 - c) deseos de organización futura;
 - d) modalidad de compra u obtención de insumos;
 - e) asistencia y orientación existentes.
5. Mercado:
- a) destino de los productos agrícolas: consumo local, nacional, para industria, exportación, otros;
 - b) caminos existentes al área del proyecto y a los campos de cultivo, para la extracción de los productos;
 - c) costos de transporte y otros, como empaque, refrigeración, selección de productos, etc.
 - d) modalidad actual del mercado de los productos agrícolas y otros.
6. Asistencia existente:
- a) servicios de extensión agrícola, en modo de operación efectiva y necesidad;
 - b) créditos agrícolas por BANDESA, otros bancos e instituciones comerciales.

Esta información se puede llegar a obtener, mediante dos formas:

- 1. Mediante la elaboración de una encuesta dentro del área

del proyecto.

2. Mediante entrevistas directas con autoridades militares y civiles de las poblaciones.

Del aspecto propiamente económico, en los estudios de prefactibilidad, debe decirse que, aunque es claro que a la par de las consideraciones técnicas, van también las de carácter económico, la prefactibilidad o factibilidad potencial de un proyecto, va quedando definida por el resultado positivo de comparar ventajas y desventajas de una o más alternativas, que sobre un proyecto se vayan analizando.

Las fórmulas de evaluación, miden pues cuantía de producción de algún tipo. Los criterios de evaluación económica y su mayor o menor complejidad derivan a su vez, de la forma de definir los beneficios y de la selección que se haga entre las distintas normas y tipos de cálculo.

Para la investigación de aspectos socioeconómico, el Doctor Berkley Spencer preparó un instructivo y una metodología a seguir en los mismos, los cuales se presentan en el anexo No. 1. Cabe señalar que los instrumentos de investigación, requieren de que se les evalúe en cada una de las investigaciones a fin de efectuarles las enmiendas que se crean necesarias.

VIII.6 Memoria o Informe Final de Prefactibilidad.

Este documento será presentado de la siguiente manera:

Informe de un estudio de prefactibilidad:

Nombre del estudio y fecha.

Nombre de los técnicos.

Contenido.

Introducción. (antecedentes, objetivos, categoría del estudio,

materiales y métodos de trabajo).

1. Localización del área:

- 1.1 Situación geográfica (latitud, longitud, altitud.)
- 1.2 Situación política (departamento, municipio, aldea o caserío, distrito de riego, parcelamiento agrario, etc).
- 1.3 Superficie estudiada y límites.
—croquis de localización.

2. Aspectos socioeconómicos:

- 2.1 Población.
 - 2.1.1 Censos (habitantes por edad, sexo y ocupación).
 - 2.1.2 Nivel de educación agrícola, ganadera, forestal (costumbres y tradiciones).
 - 2.1.3 Nivel económico.
- 2.2 Tenencia de la Tierra:
 - 2.2.1 Tipos de propiedad.
 - 2.2.2 Comentarios.
- 2.3 Servicios Públicos:
 - 2.3.1 Agua potable, drenaje, energía eléctrica, correos, telégrafos, teléfono, otros.
 - 2.3.2 Comentarios.
- 2.4 Evaluación Económica:
 - 2.4.1 Relación beneficio-costos.
 - 2.4.2 Tasa de rendimiento interno.
 - 2.4.3 Exceso de beneficio sobre el costo.

3. Aspectos Fisiográficos:

- 3.1 Geología superficial:
 - 3.1.1 Rocas predominantes, su influencia en el origen de los

suelos.

3.2 Geomorfología:

3.2.1 Geoformas.

3.2.2 Influencia en la formación de suelos.

3.3 Topografía:

3.3.1 Levantamientos aéreos y terrestres (con escalas 1:50,000 a 1:20,000).

3.4 Hidrología:

3.4.1 Corrientes y depósitos superficiales (posibles aprovechamientos).

3.4.2 Aguas subterráneas (posibles aprovechamientos).

3.5 Vegetación:

3.5.1 Tipos de vegetación (composición y distribución, géneros más importantes.

3.5.1 Relación suelo-vegetación.

4. Climatología:

4.1 Generalidades (nombre de las estaciones meteorológicas, períodos de observación).

4.2 Datos meteorológicos (precipitación, temperatura, evaporación, vientos, heladas, granizadas, humedad relativa, datos observados en el campo, etc.).

4.3 Clasificación del clima (2o. sistema de Thornthwaite).

4.4 Interpretación del clima en relación a la agricultura.
—cuadros y figuras o gráficas.

5. Agricultura:

5.1 Tipos de agricultura actual.

5.2 Cultivos actuales (rendimientos, superficiales, etc.).

6. Ganadería:

- 6.1 Razas existentes o actuales.
- 6.2 Sistemas de explotación actuales.

7. Suelos:

- 7.1 Descripción general de los suelos.
- 7.2 Descripción de las series de suelos (para cada una de las series).

Datos Generales:

- Superficie y distribución.
- Uso actual (vegetación natural, cultivos, etc.)
- Topografía.
- Drenaje Superficial.
- Fotografía panorámica del sitio del pozo agrológico.

Características de la Serie:

- Génesis (origen, modo de formación y grado de desarrollo).
- Características distintivas.
- Variaciones del perfil.
- Drenaje interno.
- Manto freático.
- Salinidad y/ sodicidad.
- Interpretación de los análisis físicos y químicos.
- Descripción del perfil representativo (cuadro).
- Datos de análisis físicos y químicos (cuadro).
- Fotografías del perfil representativo.
- Clases agrícolas (descripción e importancia).

- 7.3 Salinidad y/o sodicidad de suelos.
- 7.4 Clasificación agrícola de suelos (clases 1, 2, 3, 4, y 6).

—Factores y parámetros empleados.

—Clases agrícolas.

7.5 Superficies por series y clases agrícolas de suelos en hectáreas y o/o (comentarios).

8. Irrigación:

8.1 Situación actual (métodos de riego y áreas beneficiadas).

8.2 Calidad de agua para fines de riego.

8.3 Problemas actuales.

—Datos de análisis físicos y químicos de aguas (cuadro).

8.4 Determinación del sistema de riego usar (gravedad, aspersión o goteo).

9. Drenaje Agrícola:

9.1 Drenaje Superficial.

9.2 Drenaje subterráneo.

9.3 Manto freático.

10. Capacidad de Uso y Manejo de Suelos;

10.1 Cultivos recomendables (cultivos de escarda, forrajes y frutales).

10.2 Técnicas de cultivo.

10.3 Riego

10.3.1 Necesidad de riego (considerando el clima y los cultivos).

10.3.2 Usos consuntivos calculados para los principales cultivos (se utilizará el método que mejor se adapte a las condiciones del área).

10.3.3 Métodos de riego (considerando las características de suelos, topografía, clima, cultivo y disponibilidad de agua).

10.4 Fertilización.

10.5 Mejoramiento de suelos salinos y/o sódicos.

- 10.6 Drenaje agrícola (necesidades de drenaje superficial o subterráneo).
- 10.7 Conservación de suelos (prácticas de control y recuperación).
- 10.8 Ganadería (razas y sistemas de explotación recomendables).

11. Conclusiones y Recomendaciones:

- 11.1 Cuadro de superficies por series y clases agrícolas de suelos en hectáreas y o/o.
- 11.2 Sobre la conveniencia de llevar a cabo la obra de riego.
- 11.3 Sobre la necesidad de efectuar estudios de mayor detalle, en ciertos aspectos.
- 11.4 Sobre la explotación agrícola.
- 11.5 Sobre la explotación ganadera.
- 11.6 Sobre los aprovechamientos silvícolas.
- 11.7 Sobre otros aspectos importantes del estudio.

12. Bibliografía.

- 12.1 Consignar todas las obras consultadas de acuerdo a las normas que rigen las citas bibliográficas.

13. Mapas.

- 13.1 Series de suelos
 - clasificación agrícola de suelos (clases 1, 2, 3, 4, y 6).
 - uso actual de suelos.

NOTA: Los cuadros, gráficas y fotografías del informe, se incluirán al final del capítulo respectivo.

IX. ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD.

Los estudios realizados hasta antes de este nivel, son ejecutados normalmente y sin reparo alguno. La inversión económica y el tiempo que se emplea en los mismos, son de menor cuantía, que los estudios que le prosiguen en el orden de la investigación general.

La metodología a seguir en los estudios de factibilidad, viene a ser prácticamente la misma que se utiliza en los de prefactibilidad, aunque su detalle y profundidad son naturalmente mayores y ello conlleva sin lugar a dudas, mayores inversiones en los mismos. En términos generales, puede decirse que son conducidos a examinar y analizar el proyecto con el objeto de establecer o evaluar la factibilidad actual de la obra.

Es decir que, este estudio nos dará como resultado una factibilidad en dos aspectos: técnico y económico. En ambos casos, el proyecto debe ser valedero, a no ser que por decisiones de orden superior (políticas, etc.), influyan en la decisión de realizar un proyecto cuya falta de viabilidad es notoria.

Estos estudios en base a la evaluación económica, permiten:

- a) Que los organismos planificadores y financieros, tengan una idea específica del proyecto en lo que corresponde a importancia y ejecución.
- b) Tener una idea más clara de los montos de inversión y beneficios que rendirá el proyecto.
- c) A los niveles de decisión, el mejor uso de los recursos económicos, ya que permiten comparar el proyecto, con otros ya existentes,

- d) Dentro de su análisis, establecer o detectar muchos problemas ajenos a lo técnico y económico, lo que permite tomar acciones anticipadas.

Cuando los estudios de prefactibilidad indican que existe posibilidad técnica y económica del proyecto, el cuerpo técnico entrará de inmediato con los estudios a mayor detalle, considerando para ello, todos los aspectos básicos que se analizaron en las primeras investigaciones, así como, los nuevos que merezcan ser incluidos en éstos.

Se analizarán los siguientes aspectos:

1. Estudios hidrológicos.
2. Estudios climatológicos.
3. Estudios topográficos.
4. Estudios agrológicos.
5. Estudios geológicos.
6. Estudios agronómicos.
7. Estudios socioeconómicos.

IX.1 Estudios Hidrológicos:

Básicamente, para la construcción de obras de irrigación, es necesario considerar la disponibilidad y potencialidad de los recursos hidráulicos de la región, es decir, tener un conocimiento sobre el régimen de las corrientes en el área de la cuenca y sus características; coeficiente de escurrimiento, épocas de creciente y estiaje, control sobre la frecuencia y duración de avenidas, gastos máximos y mínimos; formas de concentración de las aguas, forma del cauce y poder de arrastre de las corrientes y necesidad de posibles desviaciones de afluentes para aumentar el gasto de las corrientes. Asimismo, aquellos aspectos que se refieren a las aguas subterráneas.

El personal encargado de las investigaciones hidrológicas,

deberá desarrollar en forma cuidadosa, el análisis y cálculo de los siguientes fenómenos hidrológicos.

IX.1.1 Aguas Superficiales:

El agua superficial es la que se encuentra en la superficie de la tierra y representa el desagüe de ésta. Se puede ver en el flujo de los ríos y en los lagos y estanques. El flujo superficial se deriva en parte de las lluvias, que llegan a las corrientes por las pendientes de los terrenos.

El desagüe o área de captación, es la unidad hidrológica, empleada para la comparación de datos del flujo de los arroyos. Las proporciones de ese flujo se miden ordinariamente, en base de metros cúbicos por segundo. Para comparación de ríos diferentes, es conveniente expresar las cifras en términos del área de desagüe, proporciones en metros cúbicos por segundo por kilómetro cuadrado o volúmenes en centímetros de profundidad.

El flujo de los ríos es la única parte del ciclo hidrológico, en la que el agua queda confinada, en tal manera que hacen posible las mediciones directas. El resto de las medidas del ciclo hidrológico, son en el mejor de los casos, sólo una muestra de un todo, a pesar de los avances de la tecnología para crear un sinnúmero de instrumentos para tales propósitos.

La naturaleza hidrológica de una cuenca de desagüe, se refleja en el comportamiento del flujo de los ríos.

En algunas cuencas, el manto de la tierra y las rocas que se encuentran debajo de ella, tienen una gran capacidad para la penetración y almacenamiento del agua del suelo o subsuelo, que después fluye a los ríos o arroyos, en proporción relativamente uniformes. Por lo tanto, puede mantenerse el flujo de los ríos, durante períodos de tiempo duraderos; pero por otra parte, el flujo de los ríos de las cuencas con mantos de tierra poco

profundos, que ocurren sobre rocas impermeables o capas sólidas, puede disminuir rápidamente, de una concentración máxima de crecientes, a un flujo bajo o aún a la ausencia del mismo entre precipitaciones.

IX.1.2 Aguas Subterráneas:

Los depósitos subterráneos de agua, constituyen el mayor almacenamiento de agua imaginable.

En los últimos años, ha aumentado el interés público por el agua del subsuelo.

Aún los hidrólogos, cuentan con poca información sobre tan importante recurso, en comparación con otras fases del ciclo hidrológico. Esto ha motivado que muchas veces no se hayan desarrollado proyectos, utilizando dicho recurso. Cabe indicar que a la fecha existen modernos y científicos procedimientos, para la detección de mantos acuíferos, así como también, maquinaria y equipos que hacen posible su extracción, aún a profundidades considerables.

La selección del agua del subsuelo, en vez del agua superficial como fuente de suministro, se ha hecho generalmente sobre la base de una o más de las siguientes ventajas:

1a. El agua del subsuelo puede obtenerse a poca distancia del sitio donde va a usarse y en la misma propiedad, mientras que el agua superficial puede necesitar tuberías, derechos de paso, etc., que pueden extenderse a varios kilómetros.

2a. Puede obtenerse el agua del subsuelo, para su consumo en áreas donde las fuentes superficiales alcanzan únicamente, para otros usuarios, o bien, ya existen derechos por uso anticipado, etc.

3a. Los rendimientos de los pozos o manantiales, generalmente fluctúan menos que el flujo de los ríos, en períodos alternativos de lluvia y verano.

4a. El agua del subsuelo, es más uniforme en su temperatura y contenido de minerales solubles, que el agua superficial, y en general se encuentra libre de sedimentos y contaminaciones bacterianas.

El aprovechamiento del agua de fuentes superficiales, a través de conducciones de grandes distancias, ha sido necesario en muchos sitios, donde el agua del subsuelo, sólo puede obtenerse a excesivas profundidades, o donde no puede obtenerse en cantidad suficiente a cualquier profundidad; también en sitios donde el agua del subsuelo tiene una calidad no acorde con los fines a los que se destinará.

Como desventaja del uso del agua del subsuelo, puede decirse que su aprovechamiento requiere de un cierto consumo de energía para bombearla, mientras que el agua superficial puede producir energía, y además puede quedar disponible para otros usos.

La tarea de identificar y seleccionar los sitios de perforación, requiere de la participación de geólogos, o bien encomendarse tal trabajo a técnicos y/o empresas que tengan experiencia en este campo. Es decir, que es necesario contar con los servicios de profesionales que dominen la geología, la estratigrafía, etc.

La obtención del agua del suelo, por medio de pozos, implica la perforación hasta la zona de saturación, que asegure una recuperación tal, que cubra el requerimiento del riego.

IX.1.3 Esgurrimiento Superficial:

Para calcular la cantidad de agua que capta una cuenta y asimismo, determinar el caudal con que se proyecta un sistema de riego, es conveniente precisar entre otra información básica, las precipitaciones de diseño, que son definidas por su intensidad, duración y frecuencia.

Cuando se trata de un cauce natural o para un canal de drenaje, la tormenta de diseño será aquella que se ubica en las posiciones más adecuadas y con la extensión de la cuenca tributaria, para una frecuencia debidamente seleccionada, proporcionándonos en ese punto el máximo escurrimiento superficial.

Para la determinación de las precipitaciones en una cuenca, además de los datos climatológicos, es fundamental contar con la localización geográfica de la cuenca y la ubicación de esta con respecto a los regímenes hidrológicos, aunque en nuestro medio, a la fecha no existen suficientes estaciones hidrometereológicas, y por ello se considera normal observar que, las cuencas bajo estudio para un sistema de riego, se encuentran alejadas de los sitios donde se localizan las escasas estaciones existentes, por lo que muchas veces se carece de datos confiables, lo cual obliga al planificador a utilizar procedimientos de asunción de datos.

Para la definición de los caudales, máximo de escurrimiento superficial en una cuenca, intervienen diversos factores, siendo éstos, el clima, las características hidrológicas de la cuenca. En los estudios hidrológicos que se realizan para el análisis del origen de los escurrimientos y de los métodos que se utilizan para su determinación, se recomienda subdividir las cuencas de captación en dos grupos: cuencas grandes y cuencas pequeñas, según su extensión y características propias de cada una de ellas.

Las aguas que alimentan las corrientes superficiales, son conocidas como escorrentía, y puede abastecer las corrientes en

forma perenne o temporal, en forma superficial o subterránea.

El escurrimiento superficial, es una corriente natural, que está influenciada por una serie de factores diferentes, de los cuales algunos son, climatológicos, y los otros dependen de las características físicas de la cuenca, llamados fisiográficos.

La influencia que ejercen los primeros dependen de:

- a) tipo de precipitación
- b) intensidad y duración de las lluvias en la cuenca
- c) distribución de la lluvia en la cuenca
- d) dirección del movimiento de las tormentas
- e) condiciones de precipitación y humedad del suelo que preceden a la lluvia
- f) evaporación y otras condiciones climáticas

La influencia de los segundos depende de los siguientes factores:

- a) tipo de suelo
- b) uso del suelo
- c) tamaño y forma de la cuenca
- d) pendiente y elevación de la cuenca
- e) orientación de la cuenca
- f) tipo y área de la red de drenaje natural
- g) condiciones geológicas: permeabilidad y capacidad de almacenamiento superficial
- h) condiciones topográficas favorables para el almacenamiento.

Como puede apreciarse en lo anteriormente expuesto, el escurrimiento está sujeto a una serie de factores de los cuales, muchas veces las fórmulas existentes, únicamente consideran varios de ellos, por lo que las mismas dan una idea de los escurrimientos ocurridos.

Cuando el escurrimiento tiene que determinarse en forma

indirecta, hay que obtener primeramente, el coeficiente de escurrimiento anual, para el tiempo considerado ya que es difícil establecer una variable exacta, como en la realidad debería ser, sin embargo, se considera que el coeficiente de escurrimiento, es la relación que existe entre el volumen escurrido en la cuenca y el volumen llovido.

$$C = \frac{\text{Volumen escurrido}}{\text{Volumen llovido}}$$

Debido a que este coeficiente no es un factor constante, sino más bien, variable mensual y anualmente y que de acuerdo con la intensidad de la lluvia y las condiciones de la cuenca, su determinación es apropiada.

Para el cálculo del escurrimiento superficial, se utilizan frecuentemente, tres procedimientos o métodos a saber:

- a) determinación directa
- b) por comparación
- c) uso de fórmulas

En el primero se utilizan datos de aforamientos de los volúmenes escurridos anualmente y por comparación con los volúmenes llovidos en la cuenca, se obtienen los valores de los coeficientes de escurrimiento.

En el segundo método, cuando no se dispone de datos hidrométricos, la cuenca en estudio se compara con otra cuenca, con datos de aforamientos y que presente características semejantes, en cuanto a extensión, topografía, geología, vegetación, etc.

Cuando no se cuenta con un número apreciable de estaciones hidrométricas, se recurre al empleo de fórmulas, pero éstas presentan las desventajas de proporcionar resultados, con

ciertos errores debido a que han sido preparadas para regiones con características propias.

El coeficiente de escurrimiento, tiene una enorme importancia, para el cálculo de avenidas y proyectos de obras de ingeniería, y según las investigaciones que se han llevado a cabo se ha podido establecer algunos coeficientes, los cuales se pueden usar como valores límites para proyectos de riego y se encuentran en función de la superficie de la cuenca, tipo de suelo, precipitación y tipo de vegetación.

A continuación, se presentan valores del coeficiente, de acuerdo a los factores incidentes:

Tomando en cuenta la superficie de la cuenca

Extensión de la cuenca	-C-
Hasta 10 kilómetros cuadrados	20
De 10 a 100 kilómetros cuadrados	15
De 100 a 500 kilómetros cuadrados	10
Mayores de 500 kilómetros cuadrados	5

Tomando en cuenta el tipo de suelo y pendiente

Tipo de suelo	Pendiente o/o	-C-
Suelo arenoso plano	2-7	0.05-0.10
Suelo arenoso con pendiente	7	0.15-0.20
Suelo pesado plano con pendiente	4	0.13-0.17
Suelo pesado regular con pendiente	2-7	0.18-0.22
Suelo pesado inclinado con pendiente	7	0.25-0.35

Tomando en cuenta la precipitación

Precipitación en mm.	-C- en o/o
Hasta 800	0 - 5
De 800 a 1200	5 - 15
De 1200 a 1500	15 - 35
Mayores de 1500	35 - 50

Tomando en cuenta la vegetación

Cobertura del terreno	-C- en o/o
Terrenos con cultivos y pastos	1 - 30
Terrenos con bosques	5 - 20
Terrenos sin cultivos	25 - 50

IX.1.4 Avenidas:

Tal como se indicó al hablar del escurrimiento superficial, el coeficiente del mismo, es un factor determinante para lo que a nivel de factibilidad, se debe de terminar la conveniencia de incluir en el proyecto, estructuras y programas de control de avenidas, con el objeto de dar seguridad a las obras hidráulicas, a las áreas bajo cultivo, vías de comunicación y proteger a las poblaciones que podrían ser afectadas por las correntadas incontrollables.

La magnitud de la avenida, o sea el gasto máximo y el volumen de la misma, depende de muchos factores, siendo los principales los siguientes:

1. La intensidad y duración de las tormentas.
2. Localización y amplitud de las tormentas en la cuenca de captación, sobre todo, en las cuencas de gran magnitud.
3. Trayectoria de las tormentas.
4. Area y forma de la cuenca de captación.
5. La topografía de la cuenca, la pendiente de ella y de las corrientes principales.
6. Las características geológicas del terreno.
7. La permeabilidad de los suelos.
8. La vegetación existente, la cubierta vegetal.
9. El estado de saturación existente al ocurrir la tormenta.

Usualmente, se define la magnitud de las avenidas, por

los niveles que alcanzan el agua, o por el volumen de agua escurrido en un lapso de tiempo dado; sin embargo, para todo estudio de corrientes, es conveniente expresarlas de acuerdo con la duración por unidad de tiempo, así:

- a) avenida máxima instantánea
- b) avenida máxima anual instantánea
- c) avenida máxima instantánea media anual
- d) avenida máxima diaria y máxima de 24 horas
- e) avenida máxima anual diaria y de 24 horas
- f) avenida máxima anual media de un día
- g) avenida con 10o/o de probabilidad

Los planificadores proyectistas interesados en la predicción de las avenidas máximas, originadas por las tormentas que se abaten en las zonas de riego, han anhelado por mucho tiempo, contar con un método que tenga aplicación universal; sin embargo, hasta la presente fecha no existe alguno que sea sencillo y fácil de aplicar. No obstante, existen modernos procedimientos matemáticos como la simulación estocástica, que da buenos resultados.

En el caso de no contar con información de la región, para los estimativos de avenidas, deberá recurrirse a la metodología más acorde a las condiciones del proyecto en estudio.

Para el cálculo del valor de las avenidas de proyecto, o de las máximas instantáneas, existen una serie de procedimientos y fórmulas matemáticas que simplifican su determinación y dentro de las cuales se incluyen aquellas fórmulas empíricas que, por no intervenir algunos factores esenciales que afecten la magnitud de las avenidas, sus valores son aproximados.

Se presenta en seguida, los procedimientos que pueden seguirse, para el cálculo de gastos máximo de avenida.

1. Fórmulas empíricas.
 - a) función del área
 - b) función del tiempo
2. Método de sección y pendiente para avenidas pasadas.
3. Curvas envolventes.
 - a) W.P. Creager
 - b) R.C. Lowry
4. Método racional.
5. Método del hidrógrafo unitario.
6. Método estadístico.

La aplicación de cada uno de los procedimientos anteriores, se encuentran descritos con amplitud, en Bibliografía sobre el tema (19).

En general, los gastos máximos de avenidas, se utilizan en proyectos de riego y sirven de base para el manejo de crecientes, operación que implica la construcción de obras complementarias, tales como: presas, cauces de desvío, bordas de protección, aliviaderos, etc. Además, incluye la implantación de un plan operacional para los casos de crecientes, donde el control hidrométrico juega un papel de importancia, ya que de él dependerá el control y manejo de las avenidas.

IX.1.5 Calidad del Agua de Riego.

El término calidad, es comunmente empleado para indicar la conveniencia o limitación del aprovechamiento del agua, sea ésta para usos domésticos, agrícolas o industriales. Los requerimientos exigibles, en lo que a composición del agua se refiere, varían considerablemente y se ajusta de acuerdo al uso

que se le desee dar. Es por ello que, en el caso particular del riego, es fundamental considerar y evaluar las condiciones del agua bajo un punto de vista puramente de conveniencia agrícola, para cuya determinación se debe tomar en cuenta, las características biológicas, física y químicas del agua.

Por lo anterior se dice que, no toda el agua es adecuada para su uso en irrigación. El agua no satisfactoria puede contener: 1. sustancias químicas tóxicas a las plantas, o a las personas que las utilizan como alimento; 2. sustancias químicas que reaccionan con el suelo para producir características de humedad del suelo no satisfactoria; 3. bacterias dañinas a las personas, o a los animales que comen las plantas regadas con aguas con esas bacterias; 4. materiales en suspensión, que imposibilitan su uso en determinados sistemas de riego (aspersión-goteo); 5. otras causas.

Existen otros parámetros que no son menos importantes que los anteriores, tales como la tolerancia de los cultivos a las sales; las propiedades de los suelos; las condiciones de manejo de suelo y agua; temperatura; etc.

Actualmente los problemas de la calidad de las aguas, con fines de riego, se complican por la contaminación que están sufriendo las fuentes de agua, causando perjuicios tanto a la agricultura, como a la pesca, y a la fauna en general. A ello se debe que aún los proyectos ejecutados, empiezan a padecer algunos síntomas de dichas contaminaciones.

El hombre, es uno de los elementos principales en contaminar las aguas, al hacer uso indebido de las mismas, y no preocuparse por su protección y conservación.

La contaminación de las corrientes de agua y cuerpos confinados, tanto superficiales como subterráneos, se realizan a través de los siguientes procesos:

- 1) Aplicación de pesticidas (insecticidas, fungicidas, herbicidas, etc.), son comunes hoy en día, las elevadas concentraciones y frecuencias para el control de enfermedades y plagas de los diferentes cultivos.
- 2) Agroindustrias, tales como los ingenios azucareros; beneficios de café, aceites esenciales (citronela, té de limón), hule, etc, que utilizan grandes cantidades de agua de buena calidad y luego la devuelven con un sin número de subproductos.
- 3) Industrias químicas: fábricas de productos agroquímicos, farmaceuticos, gases industriales, pintura, etc. Por lo general desechan diversidad de elementos químicos, incluyendo aquellos que en pequeñas cantidades son tóxicos para las plantas, animales y el hombre.
- 4) Industrias de productos alimenticios: fábricas de productos lácteos, empacadoras de carne, enlatadoras de frutas y vegetales y otras.
- 5) Fábricas de bebidas alcohólicas, cervecerías, destilerías de licores.
- 6) Industrias del cuero (tenerías).
- 7) Industrias del papel.
- 8) Otras.

A continuación se describirán las características indicadas al principio y cuyo estudio es obligatorio para la determinación de las calidades del agua con fines agrícolas:

a.- Características biológicas

El agua que se utiliza para la irrigación, posee en su mayoría de veces, una serie de microorganismos, que en forma directa o indirecta, afectan el desarrollo de los cultivos; dentro de éstos microorganismos, podemos citar las bacterias patógenas y no patógenas.

La sola presencia de bacterias patógenas, como *Escherichia coli*, indican que las aguas se encuentran contaminadas con aguas que provienen de excretas, tal como sucede en nuestro medio.

Lo anterior no inhabilita el uso de esas aguas para el riego de cultivos, aunque sí limita el tipo de cultivo a establecer y el manejo de ese recurso.

En las limitaciones anteriores, se incluyen: 1. Se deberán emplear cuando se encuentren libres de sustancias tóxicas para las plantas y el ganado; 2. Se usarán cuando, previamente se hayan oxidado y/o desinfectado; además de controlar su condición agronómica; 3. Las aguas negras sedimentadas, se utilizarán en la mayoría de cultivos, especialmente para aquellos que se consumen cocinados, no recomendándose para los que se consumen crudos, o en verde. 5. En el caso de los frutales deciduos, se utilizarán siempre y cuando, se suspenda el riego un mes antes de la cosecha, y el producto recolectado no entre en contacto con el suelo irrigado. 6. Se podrán utilizar para el riego de cultivos forrajeros de corte y cuando la leche sea pasteurizada.

b.- Características físicas

Los principales parámetros que deben ser investigados y analizados son:

1.- Turbidez. Este cuantifica el grado de arcilla y materia orgánica en suspensión, dependiendo en gran parte de la finura y concentración de las partículas.

2.- Temperatura. En ciertas áreas es usual encontrar aguas del subsuelo, con temperaturas elevadas, que hacen necesario utilizar reservorios superficiales, para su enfriamiento, previo a su utilización en los campos agrícolas.

3.- Olor y sabor. En algunos casos puede presentar inconvenientes, al conferir a los productos agrícolas, principalmente tubérculos, tallos, raíces y hojas, olores y sabores poco agradables.

c), Características químicas

Los criterios que se emplean para determinar las características químicas, son de suma importancia, ya que en base a ellos se puede establecer si es necesario investigar más sobre los cultivos, suelos, condiciones de manejo, etc., del sitio se va a aprovechar.

En forma general, puede decirse que, desde este punto de vista, existen tres criterios principales para definir la conveniencia o limitación del empleo de un agua para el riego de cultivos.

- a) contenido de sales salubres
- b) efecto probable del sodio sobre las características físicas de los suelos
- c) contenido de elementos tóxicos para las plantas.

Para cada uno de los criterios anteriores, existen índices cuantitativos de clasificación, tal como se ilustra en el cuadro número (1), que se presenta a continuación.

CUADRO No. 1

Criterios para la Clasificación química de las aguas para riego

Criterios	Indices	Abreviaturas
1. Contenido de sales solubles	1.a) conductividad eléctrica	C.E.
	1.b) salinidad efectiva	S.E
	1.c) salinidad potencial	S.P.
2. Efectos probables del sodio sobre las características del suelo	2.a) relación de absorción del sodio	RAS
	2.b) carbonato de sodio residual	CSR
	2.c) porcentaje de sodio posible	PSP
3. Contenido de elementos tóxicos para las plantas.	3.a) contenido de Boro	B
	3.b.) contenido de cloruros	Cl

Además de los anteriores, existen otros criterios válidos para la clasificación de las aguas de riego, importantes desde el punto de vista de la conservación de canales y estructuras hidráulicas, asimismo, para la operación de tuberías, equipos de aspersión y de riego por goteo, afectando a éstos, los contenidos de sólidos en suspensión y agentes corrosivos. Como además, se presentan otras sustancias, debe decirse que también será necesario analizar trazas de algunos elementos químicos, como el cadmio, molibdeno, selenio y otros, así como residuos de productos químicos agrícolas, ya que tienen incidencia para el buen desarrollo de los cultivos a establecer.

1.- Contenido de sales solubles.

El efecto negativo que ocasionan las sales solubles en las plantas, causa una disminución en los rendimientos y desarrollo de los cultivos, por producir presión osmótica en la solución del suelo, que está en contacto con las raíces de las plantas.

El contenido de sales solubles en la mayoría de las aguas de riego, no es suficientemente alta como para producir daños grandes, sin embargo, será dañino cuando la mencionada concentración aumente debido a las pérdidas de humedad por la evaporación, razón por la cual, estos efectos nocivos son diferentes para los distintos cultivos y etapas de desarrollo de los mismos.

Para la medición de éstos efectos, se utilizan por lo general los siguientes índices:

1.1. Conductividad eléctrica (CE)

Es una medida directa de la presión osmótica expresada en micromhos por centímetros, a 25 grados centígrados ($CE \times 10^6$).

1.2. Salinidad efectiva (SE)

Es una estimación más real del peligro que ocasionan las sales solubles, puesto que toma en consideración la precipitación de las sales menos solubles, como: carbonatos de calcio y magnesio; sulfato de calcio; éstas dejan de participar en la elevación de la presión osmótica.

1.3 Salinidad potencial (SP)

Este índice se utiliza para estimar el peligro de las sales de cloruros y sulfatos, por ser éstas las últimas sales que quedan en solución a bajos niveles de humedad, aumentando de esa manera la presión osmótica.

2. Efecto probable del sodio sobre las características físicas del suelo.

Si en el agua existen cantidades considerables de sodio, éste se acumula en el suelo alcanzando ciertas concentraciones que sobrepasan la de los otros cationes disueltos; debido a la precipitación del calcio y magnesio substituyendolos del complejo de intercambio y trayendo como consecuencia un desequilibrio eléctrico de la mezcla coloidal, dejando cargas negativas residuales, provocando con ello un repelimiento entre las partículas y como resultado de ésta acción, el suelo se deflocula y pierde así su estructura.

También el suelo pierde su permeabilidad al agua y al aire, favoreciendo la formación de costras que impiden el desarrollo normal de los cultivos.

Para estimar este criterio, se han propuesto los siguientes índices:

2.1 Relación de absorción de sodio (RAS)

Se utiliza para obtener ciertos valores de la absorción del sodio y del agua, y se encuentra correlacionado con el porcentaje de sodio intercambiable del suelo, que se haya en equilibrio con el agua de riego.

2.2 Carbonato de sodio residual (CSR)

Cuando el contenido de carbonatos y bicarbonatos, es mayor que el de calcio y magnesio, grande es la posibilidad de formarse carbonatos de sodio, debido a que puede permanecer en solución aún después de que se han precipitado los carbonatos de calcio y magnesio. Bajo estas circunstancias la concentración total y relativa del sodio, será lo suficiente como para desplazar al calcio y magnesio del complejo de intercambio, produciendo de

esa manera la defloculación del suelo.

2.3 Porciento de sodio posible (PSP)

Cuando el contenido de sodio en solución representa más de la mitad de los cationes disueltos en el agua, el desplazamiento del calcio y del magnesio se acelera en el complejo de intercambio, aunque el porciento de sodio en la solución del agua de riego, no constituye un valor representativo de este peligro.

3.- Contenido de elementos tóxicos para las plantas.

Existen algunos elementos que independientemente de los efectos anteriores son tóxicos para las plantas, aún en pequeñas cantidades tales como: el boro, el ión cloruro, el litio y otros.

3.1 Contenido de Boro (B)

Este elemento, a muy bajas concentraciones, apenas superior a las indispensables, empieza a ser tóxico para la mayoría de los cultivos.

3.2 Contenido de cloruros (Cl)

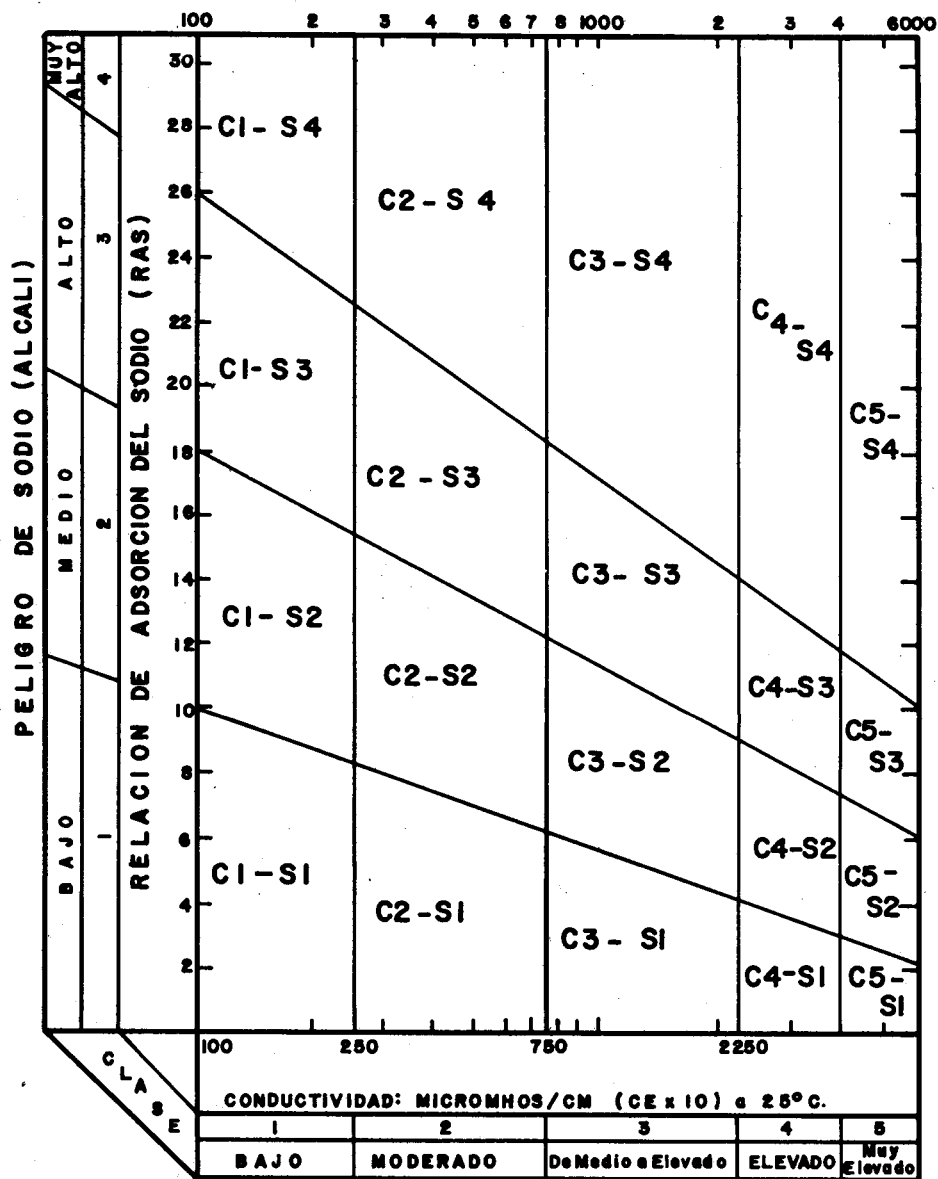
En la actualidad se desconoce el efecto de este elemento en la mayoría de cultivos, únicamente se menciona como tóxico para árboles frutales.

En la gráfica número *2, se presenta un diagrama que contiene la clasificación del agua con fines de riego y desde el punto de vista químico, principalmente por su relación de absorción de sodio (RAS) y su conductividad eléctrica ($CE \times 10^6$), agrupándolas en 16 clases.

La interpretación del mencionado diagrama, puede resumirse así:

1.- Atendiendo a su conductividad eléctrica:

- 1.1. C_1 = son aguas de baja salinidad, se usa para la mayor parte de cultivos, en cualquier clase de suelo, con escasa probabilidad que se desarrolle salinidad.
- 1.2. C_2 = se clasifican como aguas de salinidad media. Deberá usarse cuando exista un grado moderado de lavado. No necesita para su aplicación, prácticas especiales de control de salinidad; en todo caso, se producirán aquellas plantas que sean moderadamente tolerantes a las sales.
- 1.3. C_3 = se clasifican como altamente salinas. Su uso se encuentra limitado para aquellos suelos, cuyo drenaje sea deficiente. No necesita de prácticas especiales para el control de la salinidad, debiéndose por lo tanto, seleccionar únicamente aquellas especies vegetales muy tolerables a las sales.
- 1.4. C_4 = son aguas muy altamente salinas. No son apropiadas para el riego bajo condiciones ordinarias, pero pueden usarse ocasionalmente en circunstancias muy especiales del cultivo.



PELIGRO DE SALINIDAD

DIAGRAMA PARA LA CLASIFICACION DE LAS AGUAS PARA RIEGO
TOMADO DEL LIBRO TECNICA DEL RIEGO DE D.W. THORNE Ph. D.

GRAFICA No.2.

2.- Por su relación de absorción de sodio.

- 2.1. S_1 = son clasificados como aguas bajas en contenido de sodio. Se pueden utilizar para la mayoría de los suelos, con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable, adaptable para cualquier tipo de cultivo.
- 2.2. S_2 = son agua medianas en contenido de sodio. Deberá usarse únicamente en suelos de textura gruesa, o suelos orgánicos de buena permeabilidad.
- 2.3. S_3 = son aguas que poseen un alto contenido de sodio. Su utilización puede producir niveles tóxicos de sodio intercambiable en la mayor parte de los suelos; por ello, es que necesita de prácticas especiales de manejo, buen drenaje, de fácil lavado y adiciones de materia orgánica.
- 2.4. S_4 = son aguas con muy alto contenido de sodio. Se clasifica como inadecuada para ser utilizada con fines de riego agrícola.

Para el muestreo, toma de datos e interpretación de la calidad, se recomienda tomar como guía la obra de los Doctores Palacios Vélez y Everardo Aceves Navarro(16).

IX.2 Estudios Climatológicos:

Para determinar la cantidad necesaria de agua que requerirán los diferentes cultivos a establecer, según el proyecto, es indispensable conocer las características del clima, para poder relacionarlas con las etapas de mayor demanda y los momentos críticos en que la aplicación del riego tiene influencia en la producción.

Los datos climatológicos, son elementos importantes para la estimación de varios parámetros que ayudan a diagnosticar el requerimiento de agua de los cultivos. El clima, es probablemente el factor más determinante en la producción de cosechas, debido a que determina la clase de cultivos que deben sembrarse en una región, así como la época de siembra; influye además, en el coeficiente de riego de cada cultivo; en las demandas de riego anual y por épocas de riego.

Asimismo, puede decirse que la cantidad, frecuencia y naturaleza del transporte del agua sobre la superficie terrestre, servirá para el diseño de las obras de riego, de tal manera que, la preocupación del proyectista será de seleccionar el método más conveniente que indique las necesidades de los cultivos y la factibilidad de la obra por escoger.

La clasificación de los climas en Guatemala, está basada fundamentalmente en la zonificación ecológica realizada por el Dr. Leslie R. Holdridge.

Esta comprende un total de doce zonas ecológicas, distribuidas en el territorio nacional. En el cuadro número 2, se presenta dicha clasificación.

CUADRO No.2.

DISTRIBUCION DE LA SUPERFICIE TERRITORIAL DE LA REPUBLICA CON BASE EN LA ZONIFICACION ECOLOGICA DE GUATEMALA QUE ELABORO EL DR. LESLIE R. HOLDRIDGE Y COAUTORES

No.de Orden	Identificación de zonas	S U P E R F I C I E		Porcentaje del Total.
		En Km ²	En Hectaréas	
1	Tropical muy seca o sabana tropical	1 648.808	164 880.8	1.52
2	Tropical seca	21 842.092	2 184 209.2	20.05
3	Tropical húmeda	38 308.427	3 830 842.7	35.18
	Total faja tropical	61 799.327	6 179 932.7	56.75
4	Sub-tropical seca o sabana tropical	11 897.916	1 189 791.6	10.95
5	Sub-tropical húmeda	4 760.246	476 024.6	4.37
6	Sub-tropical muy húmeda	8 549.310	854 931.0	7.85
7	Sub-tropical pluvial	598.486	59 848.6	0.55
	Total faja sub-tropical	25 805.958	2 580 595.8	23.70
8	Montano bajo tropical seca o sabana			
	Montano bajo tropical	361.317	36 131.7	0.33
9	Montano bajo tropical húmeda	16 760.890	1 676 089.0	15.39
10	Montano bajo tropical muy húmeda	3 308.994	330 899.4	3.03
	Total faja montano bajo tropical	20 431.201	2 043 120.1	18.75
11	Montano tropical húmeda o pradera			
	Montano tropical	790.481	79 048.1	0.75
12	Montano tropical húmeda	62.033	6 203.3	0.07
	Total faja montano tropical	852.514	85 251.4	0.80
	TOTALES	108 889.000	10 888 900.0	100.00

Los factores climatológicos más importantes, para la planificación de un sistema de riego, puede resumirse en los siguientes:

IX.2.1 La Precipitación:

Para medir la magnitud de la precipitación de una zona, se utiliza el pluviómetro, así como pluviógrafos gravimétricos, con los cuales puede registrarse la intensidad y cantidad de agua precipitada.

La información la proporcionan las estaciones meteorológicas que se localizan dentro de las cuencas o zonas de riego en estudio. En el caso que no se cuente con registros en el área de estudio, se pueden deducir de las estaciones más próximas, estimándose que es aceptable utilizar la información de áreas circunvecinas dentro de un sector de 25 kilómetros cuadrados. En Guatemala, para algunos proyectos de riego, se ha llegado incluso a utilizar información recabada en países vecinos, por falta de estaciones en el territorio nacional.

IX.2.2 La Temperatura:

Este factor tiene gran importancia, en la definición de los planes de riego, especialmente por afectar la evaporación del agua y en consecuencia, al uso consuntivo de los cultivos. Como la temperatura, es un dato de interés, es conveniente que los datos a aplicar hayan sido tomados en condiciones propias, con el objeto de evitar probables errores en los cálculos en los cuales se les utilice.

La temperatura del ambiente, del suelo y subsuelo, es afectada por elementos tales, como la latitud, proximidad a mares, altitud, humedad relativa, velocidad del viento, etc.

IX.2.3 El Viento.

Es un factor muy influyente en varios procesos hidrometeorológicos, ya que transmite la humedad y el calor, y se le debe tomar en cuenta para la planificación. Es un instrumento que acelera la evaporación del agua de la superficie del suelo y de la planta, incrementando de esa manera su consumo.

El viento juega un papel muy importante en la planificación de las obras de riego, ya que por ejemplo, los vientos cálidos y secos y otras condiciones del aire, durante el período de crecimiento, incrementan la cantidad de agua consumida. En muchos casos determina la selección de un determinado sistema.

Para fines de diseño de estructuras que integran un sistema de riego, se deberá considerar la velocidad y dirección de los vientos dominantes, la capacidad erosiva del mismo y los efectos que ejerce la topografía sobre aquellos. También, su efecto en el empuje estático (presiones exteriores e interiores), vibraciones causadas por la turbulencia, fuerzas periódicas debidas a vorticidad, etc.

IX.2.4 La Latitud y la Luminosidad

Su efecto se nota en el uso consultivo de diversos cultivos. La latitud y la luminosidad derivadas de la inclinación del globo terrestre y la energía solar, tienen una incidencia evidente en el desarrollo de las plantas.

Así, como una consecuencia del aumento de la duración de los días, en determinadas épocas del año, la fotosíntesis y la evaporación del agua se incrementa, permitiendo a las plantas una mayor transpiración, con lo cual se aumenta el consumo de agua por las mismas.

IX.3 Estudios Topográficos.

En los estudios de prefactibilidad se mencionó que, el trabajo de topografía de campo, se ejecutará mediante levantamientos rápidos y no de mucho detalle en el área bajo estudio.

Por lo tanto, haciendo un poco de historia, se puede decir que hará un par de décadas, los planos topográficos eran la única fuente de información, cuando se trataba la configuración del terreno bajo estudio. Todo levantamiento se lleva a cabo, con numeroso personal de campo y gabinete, con funciones específicas y muchas de ellas muy laboriosas, invirtiéndose por consecuencia bastante tiempo.

Hoy día, los levantamientos aéreos han venido a constituir un auxilio efectivo para los estudios de campo, aunque no se deja de prescindir de los levantamientos terrestres, para el detalle que requiere el nivel de estudio respectivo.

Con los modernos procedimientos de la fotografía aérea, en la cual, utilizando cámaras y filtros de diversos tipos, tales como los infrarrojos, es posible captar una serie de detalles naturales en el campo, tales como problemas de drenaje en algunas áreas de la zona de estudio; ataque de enfermedades en cultivos; etc.

En el caso de los levantamientos terrestres de una zona, se efectúan mediante la aplicación de diferentes métodos, dependiendo en gran medida, de la eficiencia y habilidad del personal, del equipo utilizado, así como del grado de precisión que requiera el estudio. Es usual utilizar el nivel, el tránsito y la plancheta, para la ejecución de éstos levantamientos, en combinación con la aerofotogrametría, obteniéndose configuraciones que para el presente nivel de estudios, las escalas

serán del orden de 1:10,000 y 1:5,000, con curvas a nivel cada 0.5-1.0 metros. Estos se utilizan para mostrar los anteproyectos de las redes de canales de riego y drenaje, líneas de conducción asimismo, para la localización preliminar de canales principales.

Es conveniente hacer chequeos en la zona del proyecto, con el fin de establecer aquellos puntos que presentan obstáculos de importancia, los cuales pudieran encarecer la ejecución del proyecto.

También, se definirán las extensiones regables y no regables. Uno de los puntos más importantes de este estudio es quizás, la definición de las alternativas y selección de los sistemas de riego que pudieran tener la posibilidad de ser establecidas (gravedad, aspersión y goteo).

Cuando se trate de un sistema de riego por gravedad, estos estudios constituirán la base para la planeación de obras de infraestructura, así como lograr la configuración para el diseño de presas, cortinas, caídas, diques, puentes, sifones, red de canales, etc.

IX.4 Estudios Agrológicos.

En el presente caso, estos estudios deberán iniciarse mediante la consulta de cartas, planos, etc., que contengan la información necesaria sobre el tipo de suelo y su clasificación; asimismo, realizar las investigaciones de campo correspondientes, determinando además, los niveles freáticos, piezométricos, áreas regables y no regables, etc.

La información que rendirá el levantamiento agrológico, es aquella que incluya para cada tipo de suelo, una descripción y caracterización de sus aspectos morfológicos, físicos y químicos. Se investigará el uso actual de la tierra, topografía, drenaje superficial, origen de los suelos, drenaje interno, salinidad y/o

sodicidad, datos del perfil representativo.

También los tipos, fases y clases de los suelos; capacidad y manejo de los suelos, etc.

Todo lo anterior nos dará las bases más firmes para considerar la construcción de una obra de riego determinada. También, se definirá los recursos aprovechables para la construcción (bancos, etc.).

Será posible también, obtener la información que proporcione luces para determinar los factores que intervendrán en el mejoramiento de los cultivos existentes, así como otros que serán considerados en el estudio de factibilidad económica, de acuerdo a las mejores condiciones de cada clase de suelo.

La información recabada será usada para programar algunos trabajos de conservación de suelos que será necesario implantar, para prevenir daños de erosión y conservar su fertilidad.

La caracterización de los suelos será el análisis de un conjunto de pasos lógicos, que se deben contemplar en los casos de diagnóstico de tierras por habilitar y ello implica una descripción de los elementos externos que componen el mismo, tales como los ya indicados: uso de la tierra, topografía, extensión, influencia de áreas circunvecinas, además del análisis morfológico, físico y químico.

La inclusión de elementos externos, dentro de estos estudios, se debe a que tienen como finalidad, dar a conocer cómo y en qué forma, se han venido usando dichos suelos y qué efectos negativos han mostrado. También el análisis de los cultivos y/o vegetación, laboreos y toda práctica cultural que sea llevada a cabo en los suelos, es de suma importancia, por Cuanto de esa información, se puede inferir los efectos residuales de algunas de

esas prácticas, así como su interrelación con el clima y otros elementos incidentes.

Los estudios se apoyarán en levantamientos aerofotogramétricos de escala 1:20,000, lográndose preliminarmente la clasificación de los terrenos por regar, mediante procedimientos de fotointerpretación, y con la ayuda de nuestros directos en el terreno, clasificarlos tentativamente en las clases agrícolas de la., 2a., 3., etc. de acuerdo a su probable aptitud.

Respecto a las características morfológicas, se afinarán aquellos detalles que fueron citados en el estudio de prefactibilidad y se entrará a investigar otros aspectos con más detalle, como son las características físicas y químicas, lo mismo que probables problemas de salinidad y drenaje.

Las características físicas de los suelos, son parámetros que tienen especial incidencia en la ejecución y operación de un sistema de riego, especialmente porque de él dependerá el uso y manejo, al cual se le someterá en la práctica. Las mediciones que se efectúan de estos parámetros, algunas se realizan en el campo y otras, solamente es posible realizarlas, por medio de análisis de laboratorio. Es por tanto indispensable, la toma de muestras lo más intactas que sea posible, guiándose para el efecto por la separación morfológica previamente establecida.

Entre los parámetros más usuales y de mayor utilidad para estos estudios, están los siguientes:

- a) Características de infiltración.
- b) Conductividad hidráulica, o permeabilidad.
- c) Análisis granulométrico o textural.
- d) Densidad aparente.
- e) Retención de humedad.
- f) Drenaje.
- g) Otros.

Las Características químicas de los suelos con fines de

riego agrícola, tienen como propósito fundamental, conocer los procesos que han y están actuando sobre el suelo y tener una información más amplia del grado de desarrollo de los mismos: tipos de material que lo forma, estado de fertilidad, etc.

El análisis de las muestras, requiere de trabajos especiales de laboratorio, por lo que las muestras deben ser tomadas en el campo, siguiendo todas las técnicas del caso.

Entre las propiedades y caracteres químicos que deben considerarse, están los siguientes:

- a) pH
- b) Conductividad eléctrica.
- c) Contenido de sales.
- d) Análisis de fertilidad.
- e) Contenido de materia orgánica.
- f) Otros.

Toda la información morfológica, física y química de los suelos, nos será útil para un mejor diagnóstico y planificación de la obra, para predecir el comportamiento de los cultivos, tanto en condiciones actuales como para aquellos que serán elegidos para conformar los patrones de cultivo.

El manual No. 60 del Bureau of Reclamación, de los Estados Unidos, considera que las condiciones generales del suelo, requeridas para una agricultura bajo riego, llevada a cabo provechosamente incluye lo siguiente:

- a) El suelo debe tener una alta capacidad de humedad disponible.
- b) Debe poderse penetrar fácilmente por el agua, para permitir la aereación reposición de la reserva del suelo, escape fácil del exceso de agua y lixiviación de las sales solubles.

- c) El suelo debe poseer por otra parte, un grado de infiltración lenta para prevenir el exceso de percolación y sequía.
- d) Debe ser suficientemente profundo para permitir el desarrollo necesario de las raíces; proveer almacenaje adecuado para la humedad y permitir el drenaje.
- e) Debe estar libre de cantidades dañinas de sodio, debe estar libre también de acumulaciones dañinas de sales solubles.
- f) El suelo debe tener una cantidad adecuada de nutrientes vegetales, una capacidad de intercambio de cationes favorable, y estar libre de cantidades dañinas de elementos tóxicos. Debe tener asimismo, capacidad de resistir la erosión bajo práctica del riego.

En el cuadro No. 3, se contemplan los principales factores y parámetros que son necesarios, para una clasificación agrícola de los suelos con fines de riego.

FACTORES Y PARAMETROS PARA LA CLASIFICACION AGRICOLA DE SUELOS CON FINES DE RIEGO

FACTORES Y SIMBOLOS	UNIDADES PARA DESCRIPCION	TIPO DE DETERMINACION	CLASES						OBSERVACIONES
			1	2	3	4	5	6	
1.- Textura (capa 30 cm) (S ₁)	Nombre textural de acuerdo al triángulo de texturas	Campo ó Laboratorio	Franco arenoso muy fino hasta franco arenoso muy friable	Arena francosa fina o arcillas friables y poco pesado	Arena media ó arcillas pesadas	Arena gruesa o arcilla muy cohesiva y muy pesado	—	—	La textura determinada al tacto en el campo es la que debe tomarse en cuenta para la clasificación, salvo en los pozos representativos, en la que se tomara en cuenta la textura del laboratorio.
2.- Profundidad a los lechos de (S ₂)									
a) Grava, guijeros ó piedras	cm	Medida de campo en el perfil	>100	100-50	50-25	25-10	—	<10	En este caso se considera menor la profundidad necesaria, ya que las raíces pueden penetrar entre las gravas y las piedras.
b) Roca fracturada o hardpan	cm	Medida de campo en el perfil	>120	120-60	60-30	30-15	—	<15	En este caso se considera mayor la profundidad necesaria, ya que la roca es impenetrable por las raíces.
3.- Permeabilidad (S ₃)	Cualitativa por horizonte	Estimado en todo el perfil	Buena	Moderadamente rápida o moderadamente lenta	Lento o rápida	Muy lento o muy	—	—	
4.- Salinidad (A ₁)	mm.hos/cm a 25°C	Laboratorio o campo	<4	4-8	8-16	16-25	—	>25	La salinidad debe determinarse preferentemente en el laboratorio o partir del extracto de saturación.
5.- Sodicidad (A ₂)	Porcentaje de sodio intercambiable	Laboratorio	<15	15-20	20-25	25-35	—	>35	A No afectados < 15 % Si sodios dominan las arcillas B Ligeramente afectados 15-20 % expansiva, se debe incluir en C Medianamente afectados 20-25 % una clase inmediata inferior. D Fuertemente afectados 25-35 % E Muy fuertemente afectados > 35 %
6.- Pedregosidad en el perfil (P ₁)	Cualitativa	Apreciaciones de campo en el perfil	Muy poca ó ninguna	Poca	Abundante	Muy abundante	—	—	De acuerdo a la posición de la pedregosidad en el perfil, será la clasificación que se da.
7.- Pedregosidad en la superficie (P ₂)	Cualitativa	Apreciación de campo	Muy poca ó ninguna	Poca	Abundante	Muy abundante	—	—	Cuando se cuente con fotografías aéreas o escala conveniente, se darán los datos en relación al % de área afectada.
8.- Rocasidad (aforamientos) (P ₃)	a) % del área afectada	Campo ó gabinete con fotografías aéreas	<5	5-20	20-50	50-75	—	>75	Esta forma de estimar los afloramientos rocosos se hace con apreciación de campo ó preferentemente con fotografías aéreas.
	b) Separación en m.	campo ó gabinete con fotografías aéreas	>60	60-30	30-10	10-3	—	<3	El criterio de distancia entre rocas ó masas rocosas pueden modificarse con la interacción de los factores topográficos.
9.- Erosión (hídrica ó eólica). (E)	Cualitativa	Campo ó gabinete con fotografías aéreas	Leve	Moderada	Fuerte	Muy fuerte	—	—	Usando fotografías aéreas puede determinarse con efectividad el origen, clase y magnitud de la erosión en cada núcleo delimitado.
10.- Pendiente (T ₁)	%	Medida en el campo ó gabinete	0-3	3-6	6-12	12-20	—	>20	
11.- Relieve (T ₂)	Cualitativa	Apreciación en el campo ó gabinete con fotografías aéreas.	Plano con ligera pendiente	Suavemente ondulado	Ondulado	Fuertemente ondulado	—	Escarpado	
12.- Drenaje superficial (D ₁)	Cualitativa	Apreciación cualitativa de la facilidad del desague	Buena	Moderado	Lento ó rápido	Muy lento ó muy rápido	—	—	Este fenómeno puede ocasionar encharcamientos.
13.- Profundidad del manto freático (D ₂)	Estimado en cm.	Medida en el campo	>150	150-100	100-50	<50	—	—	
14.- Profundidad del estrato impermeable (D ₃)	cm.	Medida en el campo	>200	200-120	120-90	<90	—	—	Esta capa puede ser roca, hardpan, caliche duro ó conglomerado que puede impedir el drenaje verticalmente.
15.- Inundación (I)	Ocurriencia en 10 años	Por referencia ó informes estadísticos	Ninguna	2	3	5	—	—	Este caso se refiere a inundaciones por avenidas y que afectan a los cultivos.

NOTA: LOS PARAMETROS INDICADOS SON UNA GUIA GENERAL PARA LA CLASIFICACION AGRICOLA DE SUELOS

IX.4.1 Drenaje de Suelos Agrícolas.

Este es otro punto muy importante, que debe estudiarse, al palantear la factibilidad de un proyecto de irrigación.

Los efectos negativos de un mal drenaje, en la producción agrícola bajo riego y también de temporal, son conocidas, asimismo, lo son los resultados positivos que se obtienen, de un buen sistema de evacuación de la humedad excesiva en un área agrícola.

En los proyectos de riego, a la par de hacer los estudios del sistema mismo, debe considerarse la planificación del drenaje general, ya que el parcelario se considera debe ser contemplado en los estudios definitivos, sin que ésto quiera decir, que no se hará ninguna investigación al respecto.

Para examinar los problemas de drenaje, se deberá al igual que el resto de estudio, conocer, precisar, determinar y señalar, los principales factores que hacen que ocurran tales fenómenos, y de esa manera, tomar las medidas y decisiones que conllevan a solucionar los mismos.

En los estudios precedentes, ha quedado en cierta forma, conciencia de la existencia de un problema de esta naturaleza; sin embargo, es necesario analizar todos aquellos elementos que intervienen en el balance hídrico de la zona, como uno de los primeros pasos a seguir. Es decir, que es necesario conocer cada elemento de carga y cada uno de los de descarga, para establecer el citado balance.

Entre los primeros, las precipitaciones, inundaciones, excedentes superficiales, aportes subterráneos, etc., son los fundamentales; entre los segundos, la evapotranspiración, la evaporación, la percolación y el escurrimiento superficial, son los

básicos. A los elementos anteriores, se deben sumar las características propias de las tierras a irrigar.

Dependiendo de los análisis preliminares, así se relucirá a estas alturas, una mayor precisión para enfocar y resolver el problema.

IX.4.1.1 Drenaje Superficial.

Para este caso es necesario considerar los siguientes aspectos:

- a) Fuentes de aportación de agua (Precipitaciones, escorrentía, desbordamientos de ríos, etc.)
- b) Elaborar un mapa de zonas de drenaje, con énfasis en aquellas que presentan problemas. para el efecto se recomienda auxiliarse con mapas de suelos, topográficos, así como con observaciones de campo.
- c) Preparar un mapa de cotas y frecuencias de inundaciones, integrando en forma detallada la topografía del área con sus respectivas secciones del río y las frecuencias y magnitudes de las inundaciones.
- d) Conocer la capacidad de desagüe del área de estudio, asignándoseles el uso más intensiva a que se someterán esas tierras. En caso no existan otras salidas, aún con obras de ampliación, deberán contemplarse otras alternativas de evacuación del agua, tal como podría ser el bombeo.

IX.4.1.2 Drenaje Interno.

Además de los estudios anteriormente considerados, será necesario diferenciar aquellos problemas por niveles freáticos

elevados, de los sujetos a una presión artesiana.

- a) Niveles freáti. Para este caso, es necesario la instalación de una red de pozos de observación, tomando las lecturas aconsejables de las fluctuaciones estacionales del nivel freático.
- b) Elaboración de mapas y perfiles del nivel freático y mapas de isobatas, con el objeto de deducir la dirección del flujo, áreas de recarga, gradiente hidráulico, drenabilidad del terreno y las condiciones agronómicas que prevalecen como consecuencia del mal drenaje en distintos puntos del terreno.
- c) Elaboración de mapas de profundidad o isohypsas, con el objeto de mostrar el lugar donde se encuentran las zonas más impermeables, y además en forma indirecta el espesor del estrato transmisor.
- d) Elaborar mapas de permeabilidad, para delimitar áreas con conductividad hidráulica semejante, proporcionándonos de esa manera, la capacidad de transmisión de agua de los estratos..
- e) Niveles piezométricos. Cuando se trata de investigar hasta estos niveles conviene la instalación de baterías de piezómetros, colocados a diferentes profundidades y de la lectura, mapeo e interpretación de los niveles piezométricos, dependerá la deducción de las zonas de recarga y descarga,asimismo, la existencia de capas confinadas.

Una vez que el diagnóstico se encuentra elaborado, conviene hacer un análisis del tipo e intensidad de la obra que se proyecte, pensando además, que la solución de los problemas de drenaje no únicamente descansa en la obra física, sino que las obras se harán también en función del tipo de cultivo, de factores económicos, sociales y tecnológicos de la región. Previo al análisis de la obra, es conveniente considerar ciertas medidas de

tipo preventivo para reducir la recarga de agua de la zona y desde ya, debe pensarse por ejemplo, en mejorar los sistemas de distribución de agua, con redes revestidas, en lugares de gran percolación, mejorar la eficiencia, etc., y todas aquellas medidas adicionales que ayuden a disminuir la recarga.

En muchos casos se requiere se efectúe un análisis de costo y beneficio, para determinar si se debe drenar un área; si el sistema de riego debe revestirse, en lugar de construir un sistema de eliminación del agua de infiltración que ocasionene los canales, o bien, si el sistema de drenaje se debe de realizar por medio de bombeo, drenes abiertos, drenes cubiertos, o con una combinación de ambos. Por lo tanto, deben buscarse soluciones lógicas para que el costo de la obra sea más razonable.

IX.4.1.3 Tipos de Drenaje.

Por haberse omitido este importante campo, en estudios y proyectos existentes, así como en obras ejecutadas, se hace a continuación un recordatorio, de los tipos de drenaje, diciéndose entonces que puede ser natural o artificial. Los sistemas de drenaje natural, cobran gran aplicación cuando la obra de riego posee una extensión relativamente pequeña, sucediendo todo lo contrario, cuando la obra cubrirá una gran extensión, donde se utilizará una rred artificial o una combinación de ambos.

El drenaje artificial, puede dividirse en superficial y subterráneo, existiendo para los primeros, canales abiertos principales, colectores, primarios secundarios y parcelarios; y dentro de los segundos, drenes por medio de tubos, drenes topo, drenes de bombeo, etc.

El detalle del funcionamiento y características de cada uno de estos drenes, es conocido por los técnicos de la materia, ya que cada obra de drenaje presenta una serie de problemas individuales para su localización, lo cual se resuelve analizando las

condiciones desfavorables y favorables que intervienen en cada caso, siempre y cuando sea posible utilizarlos.

Algunos técnicos recomiendan que los drenes de salida y los colectores deben localizarse a lo largo de los cauces naturales de drenaje, en tanto que los drenes de alivio y los interceptores, se deben localizar donde se produzcan los mejores resultados. Para fines prácticos, se dice que la localización y espaciamiento de los drenes requiere además, de un estudio cuidadoso, una buena dosis de experiencia y sentido común, por parte de quienes intervengan en la planificación y diseño de los mismos.

Existen obras de consulta y algunas que proporcionan una metodología muy práctica, para analizar y resolver este tipo de problemas, tal como la publicada por el Ingeniero Ildefonso de la Peña de la Torre(7).

IX.4.2 Salinidad:

Este aspecto viene a constituir, uno de los puntos claves en la planificación y diseño del sistema de riego en una zona agrícola.

Las experiencias dadas a conocer por muchos países, en los cuales, al cabo de los años de irrigar un área cultivada, se encontraron con los grandes problemas de que, grandes sectores de dichas superficies, estaban afectadas en menor o mayor grado, por la Salinidad, teniendo necesidad de realizar fuertes inversiones para recuperar o rehabilitar éstas superficies, lo cual nos da una base para que los estudios que se realizan a este nivel, incluyan su consideración.

Los orígenes o causas que pueden citarse, para el aparecimiento de la salinidad, varían según el caso, pudiéndose citar: la calidad de agua utilizada; ausencia o deficiencia del

drenaje; tabla de agua inmediata a la superficie y la cual por excesos en el riego, hace mover las sales hacia la zona de raíces de los cultivos; características propias de los suelos; etc.

Existen diferentes clases de estudios que pueden realizarse, para determinar los peligros de ensalitramiento, de acuerdo al grado de detalle que se persiga, para establecer luego las medidas de protección a tomar.

Es por tal razón, que se puede hablar de estudios de carácter general y estudios de tipo parcelario o en detalle. Los primeros requieren menor exactitud y se realizan en toda el área, efectuándose muestreos de bajo número, incluso se pueden aprovechar las barrenaciones que se practican al investigar el problema de drenaje. Los segundos, son de mayor precisión, requieren mayor número de muestreos y su objetivo es el de buscar soluciones a nivel de predio o finca; siempre se basarán en el primero de los estudios indicados.

Una metodología que puede ser utilizada para estos estudios, es la que fue citada en párrafos anteriores (Ing. Ildefonso de la Peña de la Torre -7), misma que se considera de gran valor para aplicarla a esta clase de estudios.

Debe quedar claro en cualquier estudio que se haga, en cuanto a salinidad se refiere, deberá contener una información y descripción general de la zona, comprendiendo la misma, una clasificación climatológica con sus principales factores de temperatura y precipitación; la formación de los diferentes suelos; su desarrollo agrícola; el origen geológico; su influencia como aportador de sales, ya sea por haber formado parte activa de antiguos estratos marinos, o bien, por su proximidad a lagos y mares, etc.

También se deberán incluir las condiciones hidrológicas, especialmente, cuando se trate de una cuenca y aquellos factores

adicionales que expliquen las fuentes de sales solubles.

Usualmente el término "salinidad", es ampliamente utilizado, para asignar a los suelos que presentan estas características, su ubicación respecto a contenido de sales minerales y termales disueltas, tanto en suelos como en aguas. Las sales en su esencia, son producto de combinaciones de cationes tales como el calcio, sodio, magnesio y potasio. También participan aniones como los cloruros, sulfatos, bicarbonatos y carbonatos y nitratos, éstos dos últimos en menor porcentaje.

Para los efectos de clasificación, los suelos se han agrupado de acuerdo a la cantidad y clases de sales presentes; a su capacidad de intercambio de cationes, etc., de lo cual, el Manual No. 60 de Bureau of Reclamation, de los Estados Unidos, describe con todo detalle.

Los cultivos presentan diferentes comportamientos y resistencia a las sales del agua y suelo.

Los Doctores Oscar Palacios Vélez y Everardo Aceves(16), presentan una serie de cuadros que se refieren a la respuesta de los cultivos, bajo ciertas condiciones especiales de contenido de sales, sodio en particular; tolerancias, etc.

IX.5 Estudios Geológicos.

Los estudios geológicos son de una gran importancia, cuando se trata de proyectos de riego y especialmente, para aquellas obras que su sistema es por gravedad, para los cuales se requeriría, según el caso, de una presa de almacenamiento, derivación y otros tipos de estructuras.

La determinación geológica que se efectué, debe comprender un estudio de toda el área de contacto. Las especificaciones que le corresponden, dejan por lo general, un

amplio margen de interpretación y no puede definirse anticipadamente con detalle, en virtud de que las condiciones geológicas de las rocas se conocen propiamente hasta que la superficie de la misma ha quedado expuesta, o bien después de efectuar exploraciones geológicas adicionales.

Las condiciones geológicas naturales, pueden significar en casos especiales, modificaciones al diseño de la cortina, boquillas, vasos, red de canales, y estructuras auxiliares, etc., y, por lo tanto, exige durante el desarrollo de los trabajos, una supervisión y colaboración estrecha entre geólogos e ingenieros constructores y planificadores-diseñadores, para tomar determinaciones a medida que avanzan las excavaciones de la cimentación, para tener de ésta manera, una estructura funcional y segura.

De lo anterior, puede deducirse que, las exploraciones y tratamientos que se realicen en el área del proyecto, son actividades en las cuales interviene la geología, la mecánica de suelos y rocas, así como el criterio y experiencia de los ingenieros y geólogos que intervienen en el proyecto.

Las consideraciones de origen geológico son variadas, y sobre todo dependen del tipo de rocas que se encuentran en las cimentaciones, ya que sobre una misma clasificación, se pueden tener problemas diferentes, principalmente por su grado de alteración, por sus condiciones estructurales y por la discordancia que se presentan.

Por lo anterior se expresa que, los trabajos de cimentación no están sujetos a reglas generales, sino que cada estructura requiere de un tratamiento o estudio especial.

Si la roca en su conjunto, es compacta, uniforme y sana, y las exploraciones geológicas muestran que a profundidades persisten éstas, es natural que el tratamiento que se necesite, podrá ser insignificante; todo lo contrario sucedería si la roca de

cimentación es heterogénea, intermperizada, fracturada o fallada, o presenta gran cavernosidad, en cuyo caso necesitará un tratamiento especial, que podrá ser muy laborioso y de alto costo.

Debe tenerse presente que, toda obra de infraestructura que se construye, descansa en formaciones geológicas que eran estables antes de la construcción, pero que al ponerse en servicio la obra, se encontrarán sujetas a condiciones diferentes, debido principalmente a las cargas adicionales que se imponen y a los efectos notables de saturación, siendo éstos factores los que podrán originar problemas de estabilidad y por lo consiguiente, será necesario tomar todas las precauciones que se consideren convenientes, para que la cimentación sea segura al cambiar las condiciones originales de las rocas.

Las observaciones básicas que deben considerarse en la construcción de obras de irrigación, son especialmente las que se relacionan con las características de formación del área en estudio, tipo de materiales que se encuentran, permeabilidad, compresibilidad, etc. Para el levantamiento de vasos y boquillas, o sitios de derivación, deberá observarse todas aquellas formaciones que aparezcan, tal el caso de rocas ígneas, sedimentarias o metamórficas, teniéndose especial cuidado en ver si éstas afloran sobre la superficie terrestre o bien, se encuentran ocultas por algún tipo de material sedimentante.

El tipo de agretamiento, su anchura y profundidad, en las rocas, es indispensable verificarlos, asimismo, en estos estudios podrá determinarse, si existen distribución y acarreo de materiales de origen geológico, constituyendo éstos, índices para diagnosticar la posibilidad de derrumbes y otros tipos de fenómenos de arrastre.

La presencia de rocas solubles (sal de roca, yeso, calizas, etc.) en toda obra de riego, juega un papel importante, debido a

que son las formaciones que plantean mayores problemas para la cimentación de cortinas de cualquier tipo, debido al grado de cavernosidad que pueden presentar, lo que motiva problemas de permeabilidad, lo cual en muchos casos son difíciles de tratar.

En nuestro país, por no contar con estudios geológicos detallados de rocas calizas, como basaltos, es imprescindible que las exploraciones de proyectos se lleven a cabo con extremo cuidado, para llegar a conocer mejor la geología del sitio y de ésta manera, tener una mejor interpretación de las condiciones estructurales y litológicas. Las condiciones geológicas del área del proyecto, siempre tendrá limitaciones insuperables, a pesar de que se realicen investigaciones cuidadosas, por lo que deberán hacerse pruebas de campo, para estar en posibilidad de conocer más a fondo la realidad de las propiedades geológicas del área de estudio.

IX.6 Estudios Agronómicos.

Por ser la agricultura bajo riego, la que demanda elevados gastos de inversión, es necesario que la ejecución de un proyecto para riego de cultivos agrícolas, no sólo se debe de contemplar la construcción de la obra física y limitarse a llevar y entregar agua a los usuarios para el riego de sus parcelas, sino que además de eso debe de impulsarse el desarrollo de la agricultura dentro de los límites de la zona de interés. Este desarrollo dentro de otros, debe incluir elevar los rendimientos de los cultivos, crear fuentes de trabajo, reducir los costos de producción, aumentar los ingresos del agricultor, etc.

Para la elaboración de un plan de cultivos, se deberá considerar varias alternativas, dentro de los patrones de cultivos que el área es capaz de sostener, por lo que al ser analizados en conjunto, permitan una solución adecuada, un manejo apropiado y resultados económicos aceptables. Ello desde luego se encuentra íntimamente ligado al análisis económico de la comercialización y

de los otros factores influyentes.

Dentro de este plan, debe de considerarse además, ciertas prácticas agronómicas fundamentales como: buena preparación del suelo, selección de épocas y métodos de siembra, mecanización, fertilización, control de plagas y enfermedades, etc. Asimismo, también debe de contemplarse la capacitación del agricultor e incluirse los servicios complementarios que deben de analizarse a éste nivel de estudio.

En cada zona de riego, debe de buscarse una utilización adecuada para cada tipo de suelo, por lo que conviene tomar muy en cuenta todos los estudios realizados con anterioridad, asimismo, conviene enfatizar en todos aquellos aspectos agrofísicos, tecnológicos y económicos de la región.

Dentro de los aspectos agrofísicos, debemos observar y estudiar muy especialmente la topografía, el clima y los suelos; que en forma conjunta incidiran en la selección de cultivos y en las prácticas agrícolas a usar.

El suelo, es sin duda una de los principales seleccionadores de la clase de cultivos, debido a que mientras más uniforme sean sus características físicas, químicas y biológicas, más fácil será escoger los cultivos que mejor se adapten.

El uso actual de la tierra, es de los aspectos más importantes que debe determinarse, por ser éste quien nos dará claras ideas sobre los cultivos y prácticas que los agricultores sostienen en la región, sus rendimientos, problemas y en parte una información sobre la tecnología que actualmente utilizan.

Las condiciones tecnológicas existentes, son fundamentales para resolverlos problemas de adaptación de los cultivos, a los diferentes tipos de suelo; como por ejemplo, se podría pensar que muchos cultivos adaptables a las condiciones

prevalecientes de la zona, pero si la puesta en práctica por más sencilla o compleja que sea, no puede hacerse por falta de cultura agrícola o desinterés de los agricultores, será motivo entonces de no alcanzar los objetivos del proyecto.

Podríamos decir entonces, que el problema será del todo complejo, por ser básicamente educacional y emotivo. En todo caso, cuando no se disponga de pruebas de adaptación de los cultivos, ni de las prácticas agronómicas más sencillas, será entonces de interés tomar en cuenta el agricultor y su tecnología para seleccionar los cultivos y prácticas más recomendables.

Los factores económicos son importantes, para seleccionar entre aquellos cultivos que se han probado su factibilidad técnica de adaptación ambiental y tecnología por parte del agricultor. Dentro de los factores económicos que intervienen en la selección están: el precio de los productos cosechados, los costos de producción, las facilidades de crédito, las condiciones del mercado y comercialización, industrialización, etc.

Se debe realizar un estudio cuidadoso de los costos y beneficios de las prácticas agronómicas que se recomiendan, pues solo aquellos que produzcan resultados favorables serán aceptados y adaptados a largo plazo por el agricultor.

Para este nivel de estudio, será el técnico agrícola quien realice las investigaciones sobre la zona del propósito, con el objeto de garantizar con sus estudios las inversiones del proyecto. En los casos de tratarse de un sistema de riego por gravedad, deberá asegurarse una red conveniente de canales y caminos que serán necesarios para el buen funcionamiento de la obra, llevando a cada parcela la cantidad necesaria de agua para riego. Deberá además cuantificar la densidad y extensión de las zonas silvícolas, con el propósito de garantizarle a las áreas regadas y estructuras, una protección necesaria contra los problemas de la deforestación,

y cuando sea necesario transformarlas en terrenos de cultivo, se deberá cuantificar el monto de los costos para realizar los trabajos de desmonte, que muchas veces se requiere para su habilitación en el riego.

La selección del método de la distribución del agua, será otro de los aspectos básicos por estudiar, ya que este influirá directamente sobre la capacidad máxima del diseño de canales de conducción y distribución en la red del sistema, en caso sea por gravedad, de igual manera debe de procederse para aquellos casos en que se haya decidido que el sistema sea por aspersión o goteo, y asimismo, intervendrá en el cálculo de los requerimientos de agua, todo lo cual en conjunto definirá las extensiones a beneficiar con el riego. La elección del mejor método, obedece principalmente a la necesidad de alcanzar los mejores resultados económicos y de funcionamiento, en los aspectos agrícolas.

Los requerimientos de agua, pueden ser determinados mediante la adopción de dos formas: 1) por medio de la experimentación; 2) por cálculos estimativos a través de fórmulas. El primer sistema, requiere de registros donde se hayan efectuado investigaciones, lo cual en nuestro medio no siempre acontece. La manera más usual, en el inicio de un estudio, es a través de fórmulas y coeficientes.

Los requerimientos de agua para riego, pueden estimarse haciendo una comparación con áreas de similares condiciones, y que se encuentren bajo riego en zonas vecinas. En el caso de no contarse con datos comparables de riego, el requerimiento puede ser estimado, haciendo estudios sobre el uso consuntivo o evapotranspiración.

La metodología a seguirse para el cálculo de la evapotranspiración, dependerá de los siguientes factores:

- a) Suelo (textura, estructura, fertilidad, salinidad, capacidad

de retención de agua, profundidad, nivel freático).

- b) Cultivo (especie, variedad, ciclo vegetativo, fase de desarrollo, fisiología).
- c) Agua (disponibilidad, prácticas de riego, eficiencia de aplicación de riego).
- d) Clima (temperatura, fotoperíodo, calor aprovechable, precipitación, estado higrométrico del aire, vientos, nubosidad).

Los factores anteriormente anumerados, tiene influencia los unos sobre los otros, y nunca actúan independientemente. Puede entonces recomendarse fórmulas que han sido utilizadas en diferentes zonas de la república, según la disponibilidad de datos, tales como las fórmulas de: Thornwaite, Blaney, Criddle y Christiansen.

El cálculo de los requerimientos de agua, son básicamente el punto de partida para definir los dimensionamientos, sea éste del tipo que se haya seleccionado.

Al llegar a este punto, se entiende, se habrá seleccionado de antemano, uno o más patrones de cultivo, dentro de las consideraciones ya discutidas.

IX.7 Estudios Socioeconómicos.

Los estudios socioeconómicos a este nivel, están contemplados como un requisito indispensable. Hoy día, no es científicamente posible ignorar las ciencias sociales en ningún proyecto, por más que éste tenga un nivel técnico. No es posible ignorar por otro lado, que el destino final de toda obras es el hombre, y que la ejecución de las mismas influye en su vida.

Debe tomarse en cuenta que , los estudios socioeconómicos no sólo son el reflejo de las condiciones estáticas de una comunidad, sino que en ocasiones debe reflejar una serie de problemas sociales, que involuntariamente se producen con la introducción de determinado tipo de aprovechamiento.

El recurso humano constituye, uno de los principales aspectos a investigar, ya que desde el punto de vista técnico puede esperarse un éxito del proyecto, sin embargo, si el material humano no responde por sí mismo, o con la adecuada orientación, al uso y aprovechamiento de las inversiones, el proyecto defeccionará en cualquier momento. Por tanto, debe estudiarse:

- Actitud y aptitud de agricultor
- Mano de obra disponible
- Población total, rural y urbana; de la primera, la activa y no activa por edad y sexo.
- Inmigraciones y emigraciones.

Como algo que se juzga importante, sobresale el aspecto de la tenencia de la tierra, tanto desde el punto de vista legal, como el de las superficies afectadas o beneficiadas, con el probable sistema de riego.

Los estudios socioeconómicos, por otra parte, investigarán aspectos que pueden ser útiles para otras actividades, como el crédito agrícola requerido.

La actitud ante el cambio, es otro de los aspectos que se captan dentro de éstos estudios.

Se necesita saber quienes serán los usuarios de una obra, cuáles son sus carencias, cuáles sus recursos, cuáles sus aptitudes, cuál su interés. Todo ello indudablemente, ayudará a la

formulación de estrategias para la promoción del proyecto y posteriormente para su adecuada capacitación. Pero los estudios socioeconómicos, la promoción y la capacitación, aún siendo predictivos no pueden por sí solos, demostrar que lo que se llevó a cabo, estaba bien realizado. Es menester entonces, que exista una actividad de vigilancia y censura de éstos estudios, es decir, que es necesario evaluar los resultados y ésta no tendría sentido, si se realizara únicamente al formular el estudio socioeconómico. Debe hacerse al concluir la obra y luego en forma periódica.

Se trata con ello, de evaluar las virtudes que supuestamente conlleva una obra de irrigación, pero esta evaluación no se puede realizar, si no existe un punto base de comparación. Dichos puntos serán los datos sociales y económicos antes del proyecto y la influencia que sobre ellos ejerció la construcción de un aprovechamiento.

El estudio socioeconómico, es la cuantificación y cualificación de los diferentes aspectos sociales y económicos de una comunidad o grupo social, o sea que es un proceso que permite, através de la investigación, conocer los patrones sociales, culturales y económicos que un grupo de gentes sostiene y que originan una actitud ante una situación determinada.

Elementos de los estudios socioeconómicos: La formulación de estudios socioeconómicos exigen una serie de elementos que influyen directamente en sus alcances o ambiciones.

- a) Recursos humanos, equipo, material.
- b) Presupuesto.
- c) El factor espacio-temporal.
- d) La metodología.

- a) Recursos Humanos: Se entiende por recursos humanos, a las personas que están directamente encargadas de realizar en el campo y en gabinete estos estudios. Las funciones de estas personas son: a) investigación directa; b) diseño de técnicas de investigación; c) análisis de datos; d) redacción de un informe; e) recomendaciones; y f) presentación.
- b) El presupuesto: Corresponde más que todo a la inversión total requerida por el o los estudios respectivos, tanto en salarios, como en equipo, y materiales.
- c) El factor espacio-temporal: Se refiere al espacio subregional, regional etc. El factor tiempo, lo dan las metas o etapas que pueden cumplirse en un tiempo dado.
- d) La metodología: La existencia de un grupo de especialistas que trabajen los estudios socioeconómicos, de un presupuesto y de la delimitación del espacio y del tiempo, indicarían que existen los recursos, pero surgiría la pregunta de cómo utilizarlos eficientemente.

Se necesita pues el señalamiento lógico y sistemático de cada uno de los pasos a dar, es decir, un método y con él una serie de instrumentos que lo concreticen.

- 1. En principio no se debe perder de vista que los estudios socioeconómicos son parte de un proceso y que la intercomunicación de esta actividad, mediante la cual formulamos un estudio, está precedida de otras más (visita de inspección y estudio preliminar).
- 2. Los estudios socioeconómicos, deben contener una serie de indicadores básicos, a efecto de uniformizar el

contenido y deben estar reflejados cada uno de ello en forma fiel.

3. Los estudios deben ser presentados de acuerdo a los indicadores, estableciendo una parte descriptiva, otra analítica y una tercera de recomendaciones. Asimismo, la distinción entre los indicadores, sean estos económicos, políticos, sociales y culturales.
4. El estudio socioeconómico debe recurrir a las técnicas de investigación ya conocidas, a efecto de recopilar información, fórmulas primero y después, afirmar o negar una hipótesis.
5. El estudio socioeconómico debe ser objetivo y debe destacar en forma fundamental al grupo de personas que saldrían beneficiadas con el proyecto.

La Guía o Instructivo de Estudios Socioeconómicos.

El tipo de estudios sociales y económicos que se persiguen, así como los objetivos y limitantes del mismo, exigen se cuente con una guía de estudios, la cual sirva de instrumento orientador que disminuya al máximo las desviaciones que se dan naturalmente, al formular un estudio. Para este propósito se recomienda seguir la guía o instructivo que propone el Dr. Berkley Spencer(22), la cual aparece en el anexo No.2.

Propósito de la Guía de Estudios.

- a) Unificar el contenido de todo estudio socioeconómico y la presentación del mismo.
- b) Evitar el uso o profundización de algunos indicadores que no son necesarios dentro del estudio.

Todos los indicadores que aparecen en la guía deberán ser investigados, e interpretados. Asimismo, la recolección de datos de los usuarios es lo fundamental; los datos a nivel municipal o departamental, representará únicamente una visión censal de un lugar y no las realidades y situación de un grupo de personas posibles a beneficiar.

En todo caso, no debe tomarse la guía como una forma de hacer el estudio, sino el medio para hacerlo mejor. La guía no elimina la observación ni la investigación.

Limitaciones a tomar en cuenta.

1. El estudio no es integral, por cuanto no estudia todos los indicadores que influyen en una comunidad.
2. El núcleo que en especial interesa, es el que ha sido seleccionado como futuro usuario.
3. Si el núcleo es demasiado amplio, en relación a los recursos de investigación, debe hacerse una muestra.

Conclusión:

El universo o núcleo de estudios u objeto de investigación directas, estará dado a partir de los recursos humanos y materiales, además del tiempo de que se disponga.

Aspectos Económicos.

La determinación de prioridades no se define únicamente por la factibilidad económica, sino que intervienen también, las siguientes funciones:

- a) Trata de la justificación del uso recomendado para los recursos y es propiamente el problema de la evaluación.

- b) Se refiere a la justificación de la técnica propuesta en el proyecto.
- c) Se refiere a la fecha recomendada para la iniciación práctica del proyecto.

En todo proyecto hay una fase económica y otra técnica que, están íntimamente ligadas, o sea cada alternativa técnica implica una alternativa económica.

No existe una secuencia natural para las cuestiones técnicas y económicas en un estudio, ya que ambas hay que considerarlas simultáneamente.

Sin embargo, establecidos los parámetros de uno y otro aspecto del problema, el proyecto constará de una fase económica explícita en todo el análisis de evaluación del proyecto, en la cual estarán incorporados todos los elementos técnicos básicos.

Es así que el grado de precisión alcanzado en el estudio de la fase económica, deberá guardar relación con el grado de precisión de la fase técnica.

Para determinar la factibilidad económica del proyecto, comúnmente se adoptan los coeficientes de evaluación siguientes:

- a) Relación beneficio-costos.
- b) Tasa de rendimiento interno.
- c) Exceso de beneficios sobre costos.

De cada uno de ellos, existen procedimientos y metodología que, los economistas manejan con la eficiencia de su campo.

IX.8 Memoria o Informe Final de Factibilidad.

Este deberá ser presentado de la siguientes manera:

Informe de un Estudio de Factibilidad.

Nombre del estudio y fecha.

Nombre de los técnicos.

Contenido.

Introducción (antecedentes, objetivos, categoría del estudio, materiales y métodos de trabajo).

1. Localización del Area.
 - 1.1 Situación geográfica (latitud, longitud y altitud).
 - 1.2 Situación política (estado, municipio, distrito de riego, parcelamiento, etc.)
 - 1.3 Superficie estudiada y límites. - Croquis de localización.
2. Aspectos Socio-económicos.
 - 2.1 Población.
 - 2.1.1 Historia (grupos étnicos y origen).
 - 2.1.2 Censos (habitantes por edad y sexo y ocupación).
 - 2.1.3 Movimiento migratorio.
 - 2.1.4 Alfabetismo (analfabetos, alfabetos, grado de estudios).
 - 2.1.5 Nivel de educación agrícola, ganadera y forestal (costumbres y tradiciones).
 - 2.1.6 Nivel económico.
 - 2.2 Tenencia de la tierra.
 - 2.2.1 Tipos de propiedad (antigüedad, superficie, distribución e importancia).
 - 2.2.2 Comentarios.

- 2.3 Servicios Públicos.
 - 2.3.1 Agua potable, drenaje, energía, correos, telégrafos, teléfono, otros.
 - 2.3.2 Comentarios.
- 2.4 Vías de comunicación.
 - 2.4.1 Terrestres, fluviales, aéreas, etc.
 - 2.4.2 Comentarios.
- 2.5 Análisis económico.
 - 2.5.1 Relación beneficio costo.
 - 2.5.2 Tasa de rendimiento interno.
 - 2.5.3 Exceso de beneficio sobre costo.
 - 2.5.4 Otros índices.
- 3. Aspectos Fisiográficos.
 - 3.1 Geología superficial.
 - 3.1.1 Formaciones geológicas.
 - 3.1.2 Rocas predominantes, su influencia en el origen de los suelos.
 - 3.2 Geomorfología.
 - 3.2.1 Geoformas.
 - 3.2.2 Influencia en la formación de suelos.
 - 3.3 Topografía.
 - 3.3.1 Geoformas.
 - 3.3.2 Influencia en la formación de suelos.
 - 3.3 Topografía.
 - 3.3.1 Descripción (forma, relieve y pendiente, escala 1:10,000 y 1:5,000).
 - 3.3.2 Influencia en el proyecto de riego.

- 3.4 Hidrología.
 - 3.4.1 Corrientes y depósitos superficiales (posibles aprovechamientos).
 - 3.4.2 Aguas subterráneas (posibles aprovechamientos).
- 3.5 Vegetación.
 - 3.5.1 Tipos de vegetación (composición y distribución, géneros, especies y nombres vulgares).
 - 3.5.2 Relación suelo-vegetación.
- 4. Climatología.
 - 4.1 Generalidades (nombre de las estaciones meteorológicas, período de observaciones).
 - 4.2 Datos meteorológicos (precipitación, temperatura, evaporación, vientos, heladas, granizadas, humedad relativa, datos observados en el campo, etc.)
 - 4.3 Clasificación del clima (2o. sistema de Thornthwaite).
 - 4.4 Interpretación del clima en relación a la agricultura.-Cuadros y gráficas.
- 5. Agricultura.
 - 5.1 Tipos de agricultura actual.
 - 5.2 Cultivos actuales (rendimientos, superficies, etc.)
 - 5.3 Técnica de cultivo utilizadas.
 - 5.4 Almacenes y mercados existentes.
 - 5.5 Servicios actuales de crédito y extensión agrícola.
- 6. Ganadería.
 - 6.1 Razas existentes y número de cabezas.
 - 6.2 Sistemas de explotación actuales.
 - 6.3 Coeficientes de agostadero.
 - 6.4 Mercados existentes.

- 7.4 Salinidad y/o sodicidad.
- 7.5 Superficies por serie, tipos, fases y clases agrícolas de suelos en Ha. y o/o (comentarios).
- 8. Irrigación.
 - 8.1 Situación actual (métodos de riego y áreas beneficiadas).
 - 8.2 Pruebas de campo (densidad aparente y velocidad de infiltración).
 - 8.3 Calidad de aguas para fines de riego.
 - 8.4 Problemas actuales.
 - Datos de análisis físicos y químicos de aguas (cuadro)
 - 8.5 Selección de las alternativas de sistemas de riego a usar (gravedad, aspersión o goteo).
- 9. Drenaje Agrícola.
 - 9.1 Drenaje superficial.
 - 9.2 Drenaje subterráneo (determinaciones de conductividad hidráulica).
 - 9.3 Manto freático.
- 10. Capacidad de Uso y Manejo de Suelos.
 - 10.1 Programas de cultivos (cultivos de escarda, forrajes y frutales).
 - 10.2 Técnicas de cultivo (preparación del terreno, siembra, labores de cultivo, etc.)
 - 10.3 Riego.
 - 10.3.1 Necesidades de riego (considerando el clima y los cultivos).

- 10.3.2 Usos consuntivos (calculados para los principales cultivos, según el método de Baney-Criddle, u otro método).
- 10.3.3 Láminas de riego (calculadas).
- 10.3.4 Métodos de riego (considerando las características de suelos, topografía, clima, cultivo y disponibilidad de agua).
- 10.4 Fertilización. (abonos orgánicos e inorgánicos y métodos).
- 10.5 Mejoramiento de suelos salinos y/o sódicos (necesidades de lavado y uso de mejoradores).
- 10.6 Drenaje agrícola (necesidades de drenaje superficial y subterráneo).
- 10.7 Conservación de suelos (prácticas de control y recuperación).
- 10.8 Ganadería (razas y sistemas de explotación recomendables).
- 10.9 Silvicultura (aprovechamientos recomendables).
- 11. Conclusiones y Recomendaciones.
 - 11.1 Cuadro de superficies de series, tipos, fases y clases agrícolas de suelos.
 - 11.2 Sobre la conveniencia de llevar a cabo la obra de riego.
 - 11.3 Sobre la necesidad de efectuar estudios agrológicos especiales.
 - 11.4 Sobre explotación agrícola.
 - 11.5 Sobre explotación ganadera.
 - 11.6 Sobre aprovechamientos silvícolas.
 - 11.7 Sobre otros aspectos.

12. Mapas.

Series, Tipos y fases de suelos.

Clasificación agrícola de suelos (clases 1-6).

Salinidad y/o sodicidad de suelos.

Uso actual de suelos.

Capacidad de uso de suelos.

NOTA: Los cuadros, gráficas y fotografías del informe se incluirán al final del capítulo correspondiente.

X. ESTUDIOS DEFINITIVOS

Esta etapa de estudio de un proyecto se inicia, cuando el estudio de factibilidad ha sido aprobado por los niveles de decisión financiera. En algunos casos pueden iniciarse, cuando las gestiones ante las entidades de préstamo, van por buen camino y existe por lo menos, intención e interés de que el proyecto sea ejecutado. Se entenderá por supuesto, que corresponde a la mejor alternativa técnica y económica.

Lo anterior justifica que no existiría ninguna razón de realizar diseños de obras, si aún no se sabe con certeza si el proyecto se va a realizar, ya que por lo general, los diseños de obras y estructuras son trabajos de elevado costo. Por ejemplo, en el aspecto topográfico, se requiere de la ubicación y replanteo en el campo a nivel detallado, de los ejes de canales, líneas de conducción, drenes de diferentes clases, etc. Se necesita contar con planos topográficos a escalas adecuadas para el diseño :1:1,000, con curvas a nivel de 0.50-100 metros.

También se requerirá entre otros datos, se cuente con la información estatigráfica de los suelos en canales principales, laterales, bancos de préstamo etc., para poder cuantificar los volúmenes de excavación de materiales diversos y programar la utilización del tipo y clase de equipo de construcción. En lo que se refiere a mecánica de suelos, para la cimentación de obras y estructuras, también deberá poseerse información de confiabilidad.

Por otra parte, se consederaá el diseño de estructuras para obras de riego y mecanismos de operación de diversos tipos.

En el caso de sistemas de riego por gravedad, las obras y servicios quedarán detallados así:

A.— Riego.

1. Obras de captación

2. Obras de conducción
3. Obras de distribución
4. Obras de medición
5. Obras de protección
6. Obras de operación
7. Obras de cruce

B.- Drenaje.

1. Dren troncal
2. Dren colector
3. Dren de campo

C.- Obras de Servicio.

1. Vías de comunicación
2. Casetas de canaleros
3. Estaciones hidrométricas y climatológicas
4. Casetas de operación
5. Obras de electrificación
6. Obras de agua potable
7. Edificios administrativos

D.- Complementarios.

1. Núcleos de población
2. Centros de acopio
3. Centros de comercialización
4. Otros.

En el caso específico de la obra de riego, y para la elaboración de los planos de construcción, se ejecutarán mapeos topográficos detallados y exploraciones geológicas detalladas, para determinar la ubicación exacta de las estructuras y para preparar los diseños y especificaciones finales.

Se deben hacer levantamientos finales para la ubicación de canales principales y red de distribución. Deben establecerse y demarcarse las parcelas ubicar las tomagranjas, para su adecuado riego. Deben determinarse los requerimientos de agua por sectores en el proyecto, para diseñar la capacidad de los canales, estructuras tomagranjas, desde los campos por regar, canales sublaterales, laterales, principales, hasta su derivación.

Con los datos detallados de campo, se deben realizar los diseños finales y estimaciones. Los diseños deben ser suficientemente detallados como para escribir las especificaciones, realizar las licitaciones y decidir en la otorgación de contratos.

Se prepararán estimativos detallados para cada estructura, en donde se muestran todas las cantidades, trabajos y materiales necesarios, tales como excavaciones, clases de terracerías y bancos, tipo de concreto en las distintas estructuras o parte de estructura, etc.

Será necesario incluir un calendario de construcción, con fechas de inicio y término de las estructuras individuales y/o parte de estructuras complejas.

En el calendario de construcción, se deben considerar la disponibilidad de mano de obra, materiales y equipo y flexibilidad de obtención de fondos para construcción. También, deberá estar coordinado estrechamente (el calendario), con los objetivos y metas del proyecto, y con la fecha en que se espera la obtención de los servicios de la obra, así como servicios de agua, energía eléctrica, etc.

Una parte muy importante del estudio definitivo es la formulación de los planes de operación. Deben quedar definidas las prioridades y preferencias y establecer los criterios para asegurar una distribución equitativa del agua disponible, según los propósitos del proyecto. Se estudiarán los distintos aspectos del

manejo del proyecto y la operación física del mismo, así como su mantenimiento.

Quedará planificado también, el establecimiento del Centro Administrativo y Técnico del Proyecto, considerándose las oficinas necesarias, tanto para el personal técnico, como para el administrativo; talleres, guardería, salón de conferencias, bodega, viviendas, cuando sea menester; tratando lo posible, que dicho centro acoja a las diferentes entidades que conforman el Sector Público Agrícola (Crédito Agrícola, Comercialización, Asistencia Técnica, Investigación Agrícola, etc.)

El establecimiento de parcelas demostrativas, quedará planificado e incluidas en el calendario de desarrollo del proyecto, de manera que se encuentren operando completamente, al momento en que el proyecto sea puesto en servicio.

Se harán las consideraciones del caso, para la conservación de la cuenca de la cual se abastecerá el sistema.

Asimismo, quedará contemplada la coordinación que existirá con el resto de servicios complementarios, en la producción agrícola bajo riego, como son: El crédito agrícola; la asistencia técnica; la investigación agrícola; la organización de los productores; los servicios de mecanización y transportes; la comercialización agrícola; la capacitación del agricultor; y agroindustrias.

A este nivel, también, queda determinado el o los planes de cultivo, con base en los siguientes aspectos:

1. Análisis de la disponibilidad de agua.
2. Selección de cultivos.
3. Superficie individual y total.
4. Períodos de siembra, riegos y cosechas.
5. Láminas netas, parciales y totales y frecuencias.

6. Eficiencias de riego a diferentes niveles de utilización.

Para efectos de la recuperación de la inversión y los costos por servicios de riego, se calcularán las cuotas o tarifas que por estos conceptos se considere establecer. Para ello deberá tomarse en cuenta, el período de gracia que se otorgue, así como la capacidad de pago de los usuarios, los cultivos a establecer, extensión, políticas agrícolas gubernamentales, y otros elementos de juicio que se estima pertinente.

Cuando sean evidentes los problemas de salinidad y/o drenaje, será requisito indispensable, realizar investigaciones más profundas y en este caso particular, deberá prepararse un informe agrológico especial. Dicho informe puede presentarse de acuerdo al siguiente modelo:

Informe de un Estudio Agrológico Especial de Salinidad y Drenaje Agrícola.

Nombre del estudio y fecha.

Nombre de los técnicos.

Localización del área de estudio (gráfica).

Contenido.

Introducción (antecedentes, objetivos, categoría del estudio, materiales y métodos de trabajo).

1. Aspectos Fisiográficos.

1.1. Geología

—Revisión de mapas, informes geológicos de la zona y estratigrafía de pozos profundos.

—Relación de la geología regional con los problemas de

salinidad y drenaje.

1.2 Geomorfología

—Análisis y descripción de las geoformas, su posible origen, evolución y sus influencia en la formación de corrientes superficiales que provoquen inundaciones, así como subterráneas que alimenten el manto freático.

1.3 Topografía

—Forma del área de estudio, relieve y pendientes dominantes.

—Influencia de la topografía en los futuros proyectos de drenaje.

1.4 Hidrología

—Corrientes y depósitos superficiales y subterráneos.

—Calidad de las aguas.

—Balance de aguas en el total del área estudiada.

—Utilización de cauces naturales como receptores de drenaje.

1.5 Vegetación

—Descripción de la vegetación natural en relación a las áreas afectadas por salinidad y por manto freático elevado.

2. Climatología.

2.1 Recopilación de datos estadísticos y observaciones de campo.

2.2 Clasificación del clima.

- 2.3 Análisis e interpretación de datos.
- Influencia de la temperatura en la salinización de los suelos.
 - Cálculo de los volúmenes mensuales, debido a la precipitación pluvial.
 - Influencia de los vientos u otro factor climático en la salinización de los suelos.
- 2.4 Cuadros y gráficas.
3. Salinidad y Sodicidad de Suelos.
- 3.1 Origen de la salinidad y sodicidad.
- Análisis de las diferentes causas que están provocando salinidad.
- 3.2 Efectos de la salinidad y sodicidad sobre los cultivos.
- Relación de los cultivos de la zona y sus tolerancias.
 - Condiciones de desarrollo de los cultivos de la zona de estudio.
- 3.3 Clasificación de suelos salinos y sódicos.
- Criterios para clasificación por salinidad
 - Criterios para clasificación sodicidad.
- Integración de los criterios anteriores en uno sólo de acuerdo a las características de la zona.
- 3.4 Mejoramiento de suelos salinos y sódicos.
- Necesidad de lavado de suelos, aplicación de mejoradores,

etc.

—Prácticas de manejo de suelos y aguas, de acuerdo a las características de la zona (barbechos profundos, subsoleos, métodos de riego apropiados, métodos de lavado de suelos, etc.)

4. Drenaje Agrícola.

4.1 Manto freático.

- Calidad de aguas freáticas
- Plano de Isohipsas
- Plano de isobatas

4.2 Conductividad hidráulica.

- Métodos y criterios utilizados para su medición
- Plano de conductividad hidráulica
- Capilaridad de los suelos

4.3 Velocidad de infiltración.

- Métodos y criterios utilizados para su medición
- Plano de velocidad de infiltración
- Cálculo de láminas de lavado de suelos

4.4 Consideraciones generales para el diseño del sistema de drenaje.

- Volumen que es necesario desfogar
- Zonas con problemas de salinidad por manto freático
- Zonas que requieren drenaje agrícola superficial
- Zonas que requieren drenaje agrícola subterráneo
- Cálculo de espaciamiento de drenes
- Relación del sistema de drenaje con la red de distribución de aguas de riego y con la red de

comunicación.

5. Costos.

- Cálculo de costos del sistema de drenaje
- Cálculo de costos de recuperación de tierras

6. Resultados y Discusión.

Presentación de los resultados obtenidos de todo el estudio, en orden de importancia, auxiliándose de cuadros, fotografías, esquemas, diagramas, etc., según se juzgue necesario.

Recomendaciones para la solución de los problemas de salinidad, sodicidad y drenaje agrícola.

Recomendaciones sobre manejo de suelos y cultivos agrícolas.

ANEXOS:

Mapas:

Tipos de suelos	Conductividad hidráulica
Salinidad y/o sodicidad	Velocidad de infiltración
Isohipsas	Diseño de drenaje
Isobatas.	

NOTA: Los cuadros, gráficas y fotografías del informe, se incluirán al final del capítulo correspondiente.

Finalmente, en el caso de proyectos estatales, en los cuales se requerirá financiamiento, en muchos casos, de carácter de empréstito de Entidades Internacionales, será preciso presentar el proyecto, en un documento que contenga en detalle, toda la información pertinente al mismo. Se recomienda consultar la Guía

para la preparación de proyectos de riego, editado por la División de Análisis de Proyectos de Desarrollo Agrícola, del Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

XI. RECOMENDACIONES.

- 1a. Que sean tomados en cuenta los lineamientos propuestos en el presente trabajo, en lo que se refiere a los estudios de Reconocimiento, Prefactibilidad, Factibilidad y Definitivos, como un requisito indispensable para producir proyectos exitosos.
- 2a. Se **considera** necesario se de un nuevo enfoque a la planificación de proyectos de riego, basándose sobre todo en la integración de las obras de ingeniería, actividades agrícolas y condiciones económicas, a fin de resolver los diferentes problemas inherentes a la agricultura de riego y crear a través de ello, las condiciones necesarias para llevar a cabo un desarrollo moderno y eficaz de este tipo de explotación.
- 3a. Programar el aprovechamiento escalonado de los recursos hídricos con fines de riego, integrando los superficiales con los subterráneos, con el criterio de satisfacer, a corto y largo plazo las necesidades regionales de las distintas actividades económicas y sociales que demandan este recurso.
- 4a. Que las entidades encargadas de planificar proyectos de riego, incrementen la superficie nacional, a través de proyectos bien concebidos, que satisfagan la demanda interna y externa de productos agrícolas, atendiendo con prioridad aquellos proyectos que ofrezcan las mejores posibilidades para impulsar el desarrollo económico y social del país.

XII. BIBLIOGRAFIA

1. ALFARO, J. F., Informe final de la consultoría en planificación de riego. Guatemala, Programa de Cooperación Técnica ATN/SF 1234-GU y Banco Interamericano de Desarrollo (Guatemala) (Mimeografiado) 1974. 285 pág.
2. ANAYA, GUERRERO, D., Los estudios socioeconómicos definitivos. México Secretaría de Recursos Hidráulicos. (Mimeografiado) 1974. 26 pág.
3. AZPURUA, P. P., Bases para una política hidráulica. Caracas, Venezuela Editorial Latina. 1972. 136. pág.
4. BENASSINI, V. A., Tratamiento de cimentación de cortinas. En: Revista ingeniería hidráulica en México, Secretaría de Recursos Hidráulicos. 1975. 51 pág.
5. COMERMA, J. A., Manejo de suelos pesados. Mérida, Venezuela, CIDIAT. 1975. 51 pág.
6. CHUPLIM, CH., La ordenación integrada de las aguas en la agricultura. Roma, FAO. Estudio Sobre Riego y Avenamiento. No. 10. 1974. 30 pág.
7. DE LA PEÑA, DE LA TORRE, I., Metodología establecida para la determinación y solución de los problemas de drenaje en los distritos de riego de la república Mexicana. México, Secretaría de Recursos Hidráulicos. Memorandum Técnico No. 349. 1976. 31 pág.
8. DE LEON, G. A., Desarrollo físico a nivel parcelario en sistemas de riego. Mérida, Venezuela, CIDIAT. 1975. 10 pág.
9. GUATEMALA, MINISTERIO DE AGRICULTURA,

Diagnóstico de la región I con fines de desarrollo agrícola. Guatemala. Unidad de Estudios y Proyectos. 1977. 4 tomos.

10. LANGBEIN, W. B. y WELL, . V., El agua y su aprovechamiento en la agricultura. México. Centro Regional de Ayuda Técnica (A.I.D). 1955. pp. 57-66.
11. LISNLEY, K. R. y FRANZINI, J. B., Ingeniería de los recursos hidráulicos. México. CECSA. 1967. pp. 441-461.
12. -----Planeación para el desarrollo de los recursos hidráulicos en: Ingeniería de los recursos hidráulicos. México. CECSA. 1967. pp. 741-770.
13. MASAYA ANDRADE, R., Deficiencias en la operación de unidades de riego de Guatemala. Guatemala. Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía. 1976. 108 pág. (Tesis Ing. Agr.)
14. MEXICO, Proyectos de zonas de riego. México, Secretaría de Recursos Hidráulicos. 1973. 13 pág.
15. NACIONES UNIDAS, CONSEJO ECONOMICO Y SOCIAL, Estado actual y desarrollo propuesto para el riego en Guatemala. México. Comisión Económica para América Latina (CEPAL) (Mimeografiado) 1977. 51 pág.
16. PALACIOS VELEZ, O. y ACEVES, N. E., Instructivo para el muestreo, registros de datos e interpretación de la calidad del agua para riego agrícola. México, ENA. Colegio de Postgraduados. 1969. Serie Apuntes No. 15. 48 pág.
17. ROBLES ESPINOZA, J. y ESPINOZA DE LEON, E.,

Manejo y usos del agua en los distritos de riego. México. Fundación Alemana para el Desarrollo Internacional. 1972. pp. 47-67.

18. RODRIGUEZ, F. A., Importancia de la planificación de los recursos hidráulicos. Guatemala. Universidad de San Carlos, Facultad de Ingeniería Civil. 1969. 83 pág. (Tesis Ing. Civil)
19. RODRIGUEZ TORIS, F., Elementos del escurrimiento superficial. México Secretaría de Recursos Hidráulicos. Memorandum Técnico No. 330. 1974. 225 pág.
20. SAGARDOY, J.A., La planificación de la operación y el manejo de los sistemas de riego. México. Seminario Internacional sobre Manejo y Usos del Agua en los Distritos de Riego. 1972. pp. 1-26.
21. SEMINARIO INTERNACIONAL SOBRE PLANIFICACION DE PROYECTOS DE IRRIGACION. Berlín-Tegal, Alemania. Fundación Alemana para el Desarrollo Internacional. Recomendaciones (mimeografiado) 1970. 15 pág.
22. SPENCER BERKLEY, A. y otros., Informe final sobre programas de consultoría de planificación socio-económica. Guatemala. Programa de Cooperación Técnica. Guatemala-BID. (mimeografiado) 1974.
23. THOMAS, H.E., Las fuentes subterráneas de muestras de agua en : El agua y su aprovechamiento en la agricultura. México. Centro Regional de Ayuda Técnica (A.I.D.) 1955. pp. 67-83.

24. WIENER, A., La situación de la alimentación en el mundo y los proyectos de riego. México. Secretaría de Recursos Hidráulicos. Memorandum Técnico No. 349. 1976. 31 pág.

Vo.Bo.

PALMIRA R. DE QUAN
Bibliotecaria

XIII. ANEXOS.

XIII.1 ANEXO No. 1

Instructivo para Estudio Socioeconómico de Prefactibilidad

I. Objetivo:

Se hace indispensable que en cada área de probable riego, seleccionada por el grupo de Planificación Física, se analice su factibilidad técnica y económica, en una forma rápida y expedita que permita obtener una visión de conjunto realista del probable proyecto. Para ello es necesario conocer, si existen condiciones que justifiquen el proyecto, determinando a la vez una relación que permita conocer si los beneficios pueden compensar las inversiones estimadas.

II. Metodología:

Para efectuar el estudio de prefactibilidad, hay que seguir los siguientes pasos:

- 1o. Tener el estudio de reconocimiento y levantar el catastro total de probable zona de riego.

Sobre el catastro es conveniente aclarar lo siguiente:

1. Que será la base, o sea, el universo para diseñar la muestra estadística.
2. Que es una información básica e indispensable.
3. Que es importante para cada caso, considerar el tiempo y la implementación necesaria de la brigada, tal como material fotográfico aéreo.

- 2o. En base del catastro se efectuará el diseño de la muestra estadística aleatoria.

- 3o. Con este diseño se levanta la encuesta de la muestra,

usando el formulario "Para justificar el Proyecto".

- 4o. Después de levantar la encuesta se traspasan los datos a tarjetas IBM para análisis.
- 5o. Se efectúa el análisis descriptivo de la muestra y se generaliza al universo. El análisis descriptivo consiste de sacar frecuencias y porcentajes.
- 6o. Se hace un informe presentando un resumen de información recabada, tratando de establecer si es justificable o no el proyecto.

Para la estimación de la rentabilidad, Planificación Física deberá aportarse lo referente a costos de la obra física, y Planificación Socioeconómica, establecerá los costos de operación y costos de producción.

- 7o. Con el análisis de justificación y la rentabilidad estimada, se hará un informe con conclusiones y recomendaciones, acerca de la conveniencia de pasar a estudios de factibilidad. Esto en base a lo justificable del proyecto, lo cual implica criterios para justificación.

La estimación del tiempo para efectuar estudios de prefactibilidad, se hará tomando en cuenta las siguientes actividades:

- 1.- Levantamiento de catastro.
- 2.- Diseño de muestra.
- 3.- Levantamiento de encuesta.
- 4.- Análisis descriptivo.
- 5.- Estimación de obra física.
- 6.- Determinación de costos.
- 7.- Determinación de beneficios.

- 8o. Al levantamiento de las encuestas de prefactibilidad, podría agregarse la parte complementaria para factibilidad, dependiendo en cada caso de la urgencia de los estudios y la disponibilidad de recursos.

NOTA: Los modelos de cuestionario para el levantamiento de las encuestas de prefactibilidad, se pueden consultar en el Informe Final presentado por el Dr. Berkley Spencer (22).

XIII. 2 ANEXO No. 2

Instructivo para Estudios Socioeconómico de Factibilidad

I. Objetivos:

El estudio de factibilidad tendrá como objetivo predecir el éxito de un proyecto y hacer el cálculo definitivo de la relación beneficio-costos y la tasa interna de recuperación, y en base a esta información, tomar una decisión final con respecto a si se desarrolla el proyecto o no.

II. Metodología:

- A. El estudio de factibilidad presupone que se ha realizado el estudio de prefactibilidad y que en éste se recomienda pasar a factibilidad.
- B. Con el catastro ya existente, se diseñará una muestra estadística.
- C. Se levantará una encuesta basada en la muestra estadística y del formulario "Para predecir el éxito".
- D. Con los datos de la encuesta se harán los siguientes análisis:
 - 1. Descriptivo con cantidades y porcentajes
 - 2. ComparativoLa comparación se efectuará entre los datos recabados de la encuesta y el "Perfil de criterios del éxito", previamente establecido.

Para esta análisis es recomendable:

- a) Contar con asesoría estadística
 - b) Procesar los datos en computadora
- E. Con los resultados se hará el informe respectivo.

- F. Para hacer el análisis económico, se requiere el estudio detallado de la obra física y su costo, los costos anuales de operación y conservación; y los costos de producción.
- G. El expediente final deberá incluir la compilación de los estudios anteriores: reconocimiento y prefactibilidad.
- H. Respecto a los puntos B y C., o sea en relación al levantamiento de la encuesta, para muestra estadística y en vista de que la mayoría de los datos necesarios para factibilidad se encuentran en los formularios de prefactibilidad, o vice versa, la brigada de encuestadores podrá levantar en la etapa de prefactibilidad los datos adicionales para factibilidad; si se estima conveniente por razones de urgencia, disponibilidad de recursos y economía.

En síntesis, en un solo levantamiento se tendría datos para los dos niveles de estudio: Prefactibilidad y Factibilidad.

- I. Se hará el informe final de factibilidad, incluyendo la rentabilidad del proyecto.

NOTA: Los modelos de cuestionario a que se refieren los puntos B y C., para el levantamiento de las encuestas de factibilidad, se pueden consultar en la publicación del Dr. Spencer, a la que se ha venido haciendo alusión (22).

IMPRIMASE:

Ing. Agr. Rodolfo D. Estrada G.
Decano en Funciones