

Contra incendios

Las consideraciones son las siguientes (GIFAP, 1988):

1. Los medios más apropiados para extinguir incendios que afectan a los plaguicidas son polvo, espuma y agua finamente pulverizada (no en chorro).
2. Recolectar en lo posible las aguas contaminadas. Si es necesario, levantar un muro de contención a base de tierra o arena, para impedir que se escurran en cualquier tipo de curso de agua.
3. Eliminar las aguas contaminadas de manera segura.

Aumento en los niveles de ruido

Las medidas para disminuir los niveles de ruidos se puede realizar incorporando silenciadores a los generadores de ruido o adaptando barreras acústicas.

1. La reducción del ruido puede lograrse tecnológicamente en diferentes puntos: en la fuente, modificando técnicamente la máquina o introduciendo dispositivos amortiguadores del ruido; entre la fuente y el que lo recibe, instalando dispositivos de absorción o aislamiento, y en el punto de recepción empleando tapones u orejeras. La reducción del ruido en la fuente y el punto de recepción es difícil muchas veces por razones económicas. Otra medida es la limitación de velocidades del tránsito de las maquinarias cerca de las poblaciones o dentro del área de trabajo (PNUFMA, 1979).

Otras medidas complementarias respecto a la reducción de los ruidos son (MOPU, 1989):

- Sustituir motores de explosión por eléctricos.
- Insonorización de motocompresores y aplicación de equipos silenciadores a la maquinaria de cantera.

En cuanto a la circulación de vehículos considerar los siguientes aspectos:

- El tránsito se organizará de manera que se eviten, en lo posible, las aglomeraciones.
- Se utilizarán con preferencia bandas de transporte, a vehículos rodados, en caso de transporte de corta distancia, por ejemplo entre la cantera y las instalaciones de tratamiento.

2. Las barreras acústicas se pueden crear, tales como acopios de materiales, taludes o pantallas vegetales. Los taludes de protección cubiertos con plantas tapizantes, arbustos, plantas jóvenes y árboles especialmente elegidos. Esta medida tiene como propósito disminuir los niveles de ruido perjudiciales a los centros poblados generados por la maquinarias (canteras, construcción).

Otra medida aceptable y más económica es que se aprovechen de la mejor

forma posible los obstáculos naturales que se opongan a la propagación del ruido hacia las zonas a proteger.

Alteración de la calidad del aire

Las medidas de control para la conservación de la calidad del aire son las siguientes.

1. Puede ser necesario vigilar el aire para obtener información relativa a la distribución de plaguicidas por dispersión aérea, por el polvo y humo generados por las maquinarias en la construcción del sistema de riego, las agroindustrias, las fábricas de canaletas. Tales mediciones pueden ser también necesarias al evaluar los peligros que puedan ocurrir a los trabajadores y pobladores y otros seres vivientes. Para realizarlas es necesario considerar la climatología (viento, lluvia, temperatura) de la zona, para realizar en el momento oportuno la aplicación de los agroquímicos (FAO/PNUMA, 1975).

2. En España existe una legislación vigente sobre los niveles de emisión de contaminantes atmosféricos. Sin embargo, esta legislación contempla únicamente los daños en la salud, a causa de lo cual, en muchos casos, niveles inferiores a los legislados pueden producir efectos de componentes especialmente sensibles de los ecosistemas como puede ser la vegetación y la fauna (MOPU, 1989).

Alteración del clima

La previsión de los cambios climáticos es relativamente difícil. MOPU (1989) indica que los modelos matemáticos existentes sobre circulación local de vientos se fundamentan en datos climáticos que normalmente no existen o cuya consecución es bastante costosa. Sin embargo, partiendo de un buen conocimiento del terreno se puede llegar a estimar cualitativamente el nivel del riesgo, lo cual es de utilidad en comparación de alternativas, y en el proyecto a la hora de evaluar el impacto global de una determinada obra.

Alteración del ecosistema

Lo que se busca con la construcción y operación de los sistemas de riego y drenaje, es crear un ecosistema artificial, en base a objetivos de producción, bienestar humano, mantenimiento de cantidad y calidad de los recursos, mantenimiento del equilibrio de la población y recurso, todo esto por medio de medidas directas de manejo, producción eficiente, preservación y restauración (Eichler, 1972). Algunas medidas para la conservación del ecosistemas es conservar la visibilidad, la calidad paisajística y la fragilidad visual. Seguidamente se describen cada una de éstas.

Para tratar la **visibilidad** de una construcción, será necesario determinar la llamada "zona visualmente afectada" debida a la misma, la cual se puede establecer con bastante exactitud, pudiéndose así conocer el ámbito de los posibles impactos visuales (Díaz, 1988).

Los factores a tener en cuenta para medir la visibilidad son: el alcance visual, la pérdida de la nitidez con la distancia, el ángulo de incidencia visual, la intrusión visual y la coloración de las construcciones (Díaz, 1988).

La calidad de un paisaje es un factor importante a la hora de decidir, sin embargo, es de difícil la determinación aislada y siempre hay que hacerlo en términos comparativos. La valoración siempre se hará en forma subjetiva y global, ya que el paisaje se percibe como un todo y es muy difícil descomponerlo en partes. Lo que se puede realizar es describir un paisaje según sus "elementos básicos", que son: color, forma, textura, línea, escala y carácter espacial e intentar valorar estos elementos (Alonso, 1983 citado por Díaz, 1988).

La fragilidad visual de un área se define como: " la aptitud del territorio para absorber visualmente modificaciones o alteraciones sin detrimento de su calidad paisajística ", en ella van a influir de mayor a menor los siguientes factores densidad de la vegetación; contraste de color entre el suelo y la vegetación, altura de la vegetación y estratificación de la misma y contraste cromático de la vegetación.

Cuanto mayor sea la densidad de la vegetación el contraste entre el suelo y la vegetación; y la altura de la misma, menor será el impacto debido a las construcciones. Esto presenta la posibilidad de utilizar plantaciones arbóreas para ocultar las construcciones, que al mismo tiempo servirían para protegerlas de los factores climatológicos. Otros factores a tener en cuenta son la pendiente y la orientación del lugar.

El efecto visual creado por el proyecto de riego se puede analizar bajo un doble aspecto:

1. Intrusismo visual de las diferentes áreas del proyecto, y la valoración cualitativa dada al paisaje que define los terrenos afectados.

2. Alteraciones por los efectos negativos (salinización, anegamiento) donde se pueden apreciar terrenos sin vegetación que producen fuertes contrastes con los espacios circundantes, impidiendo la integración visual.

Para valorar este tipo de incidencia, es necesario tener en cuenta la fragilidad visual y la calidad de un paisaje. El incremento de la pendiente va unido al aumento de la fragilidad visual, los contrastes son función de la orientación de la iluminación solar (Alonso 1983, citado por Díaz. 1988).

La fragilidad visual se puede valorizar de una forma cualitativa considerando el intervalo de pendiente. Los valores de fragilidad oscilan entre 1 a 5, ver Tabla 15. La unidad significa valores de fragilidad alta y el valor 5 valor de fragilidad baja.

Tabla 15 Valor de Fragilidad.

Valor de fragilidad	Pendiente	Intervalo
1	Llana	P< 5%
2	Suave	P< 15%
3	Moderada	P< 30%
4	Fuerte	P< 45%
5	Escarpada	P> 45%

Fuente: Díaz. 1988.

Otra variable importante a considerar es la frecuentación humana. No es lo mismo un paisaje prácticamente sin observadores que uno muy frecuentado, ya que la población afectada es muy superior en el segundo caso. Finalmente, los componentes del paisaje pueden sintetizarse posteriormente en una única cartografía basada en criterios jerárquicos, o en criterios aglutinadores (Escribano, 1987 citado por MOPU, 1989).

La formación de escombrera y apertura de canteras o graveras cercanas al área de riego poseen un valor paisajístico, en la fase de construcción. El análisis del impacto sobre el paisaje debe llevarse a cabo según los mismos criterios de lo tratado anteriormente.

La fauna puede verse afectada por varios motivos, destacando el efecto de corte que se produce en sus movimientos, como son las aves migratorias, para lo cual se deben mantener áreas protegidas, donde se conserven las condiciones iniciales de suelos, agua y vegetación para que realicen sus ciclos vitales, bien diarios, bien estacionales, en diferentes zonas del área de riego (MOPU, 1989).

Las medidas a tomar contra la destrucción o cambio del hábitat y el efecto barrera de poblaciones aisladas o de interés científico, es crear áreas protegidas, la creación de hábitat similares a los destruidos, creación y mejoras de los frezaderos.

Otras medidas para la conservación del ecosistema son las correspondientes a la contaminación de las aguas superficiales, aguas subterráneas, contaminación de suelos, alteración de las propiedades físicas de los suelos, anegamiento, salinización y la alteración del ciclo hidrológico.

CAPITULO VI

PREDICCIONES DE EFECTOS AMBIENTALES

La predicción de efectos es la medición de la magnitud, duración y extensión de efectos basada en cálculos, conocimientos o inferencias de datos sobre los factores ambientales agua, aire, suelos, paisaje, ecosistemas, patrimonio construido, sociedad entre otros (Gómez 1988, Weitzenfeld 1990).

La predicción representa la etapa técnica fundamental en la Evaluación de Impactos Ambientales, la cual se ha venido perfeccionando con el tiempo con el uso de nuevas y mejores técnicas y conocimientos científico. Para la predicción suelen usarse modelos matemáticos, físicos-matemáticos o físicos, complementados con una serie de ensayos o pruebas experimentales (Bolea, 1977. Weitzenfeld, 1990). Los componentes principales de modelación matemática y su secuencia se muestra en la Figura 7.

Existen muchos modelos que predicen efectos sobre los factores ambientales. Cabeza (1987), menciona los modelos EXAMS, QUALSE, WASP3, PRZM, MINTEQ, SWRRB entre otros, los cuales predicen la contaminación de los factores ambientales agua y suelo en los proyectos hidráulicos. Existen otros modelos que predicen los efectos sobre la salud y la calidad de vida (Gómez, 1988).

En el presente capítulo lo que se busca es predecir los efectos negativos sobre el ambiente agrícola de una manera indirecta, la cual consiste en comparar el valor de la producción de los cultivos con los costos de las medidas de control, si la producción supera los costos de las medidas no se generaran efectos, en caso contrario se producirán efectos negativos y la degradación del medio ambiente agrícola.

Existen actualmente varios modelos que relacionan la cuantificación de la producción de los cultivos y el efecto que la causan, al respecto se mencionan algunos de ellos: el PROSAL (Pérez, 1993) relaciona la producción y la salinidad de las aguas de riego y del suelo, el DRPR (Payen, 1985) relaciona la producción con la elevación de los niveles freáticos, el EPIC (Williams, 1983) relaciona la producción con la erosión de los suelos, el IP (Delgado, 1987) relaciona el índice de productividad con la alteración de las propiedades físicas de los suelos. Para el funcionamiento de estos modelos es necesario tener datos de suelos, agua, cultivos y clima.

Seguidamente se presenta la descripción teórica del modelo de salinidad y anegamiento y la metodología para calcular el costo de las medidas de control de salinidad y anegamiento usando los modelos.

Descripción teórica del modelo de salinidad (PROSAL)

El modelo fue desarrollado por Pérez Roas (1993). Este contiene expresiones matemáticas que relacionan los rendimientos de los cultivos con la salinidad del agua aplicada y del suelo. Es un modelo estacional basado en el balance de sales y agua en el suelo durante un período de tiempo determinado. El

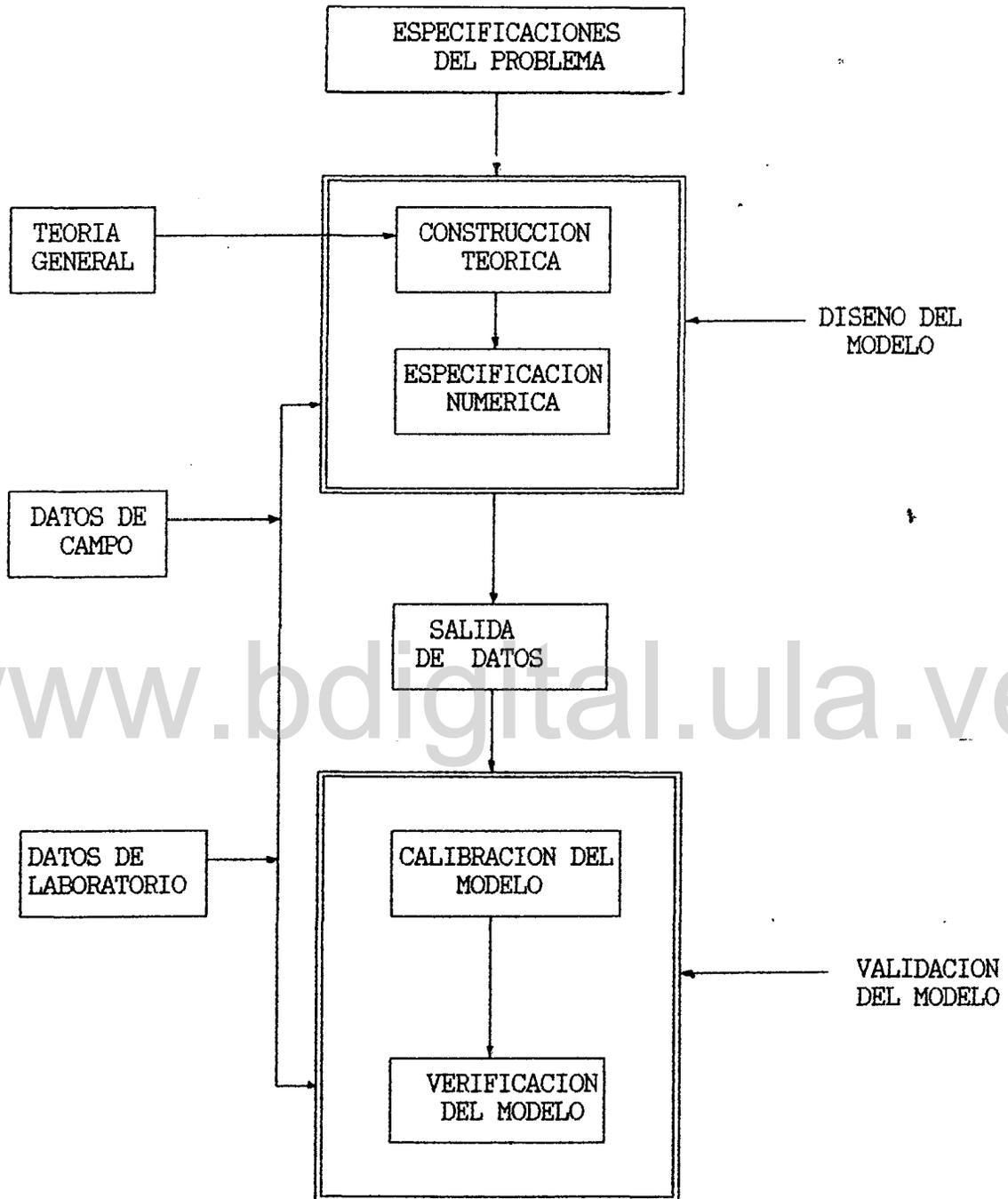


Figura 7. Componentes principales de modelacion matemática

Fuente: Weitzenfeld (1990).

modelo sirve para predecir el rendimiento de la producción por el efecto de salinidad y calcular la cantidad de agua adicional para la lixiviación a un nivel de pre-factibilidad.

El modelo consta de un programa principal alimentado por varias subrutinas. El programa principal contiene las determinaciones matemáticas necesarias para calcular la concentración final salina de los suelos y el rendimiento esperado de un cultivo de acuerdo a dicha salinidad.

Las subrutinas de alimentación corresponden a las determinaciones de evapotranspiración y de precipitación efectiva obtenidas de los datos de evaporación y precipitación de la zona. Estos últimos datos pueden ser reales o de trazas cuando se trabaja a nivel de planificación.

El modelo podrá trabajar por un ciclo de cultivo, varios ciclos en el año o por varios años dependiendo de los datos que se le suministren. Igualmente, para el caso de cultivos de ciclo corto, el programa permite la rotación de cultivos. Seguidamente se describe la estructura del modelo, el funcionamiento y cálculo.

Estructura del modelo

El modelo trabaja con datos de suelo, cultivo, agua y clima.

Los datos de suelo se refieren a la capacidad de campo, punto de marchites permanente, densidad aparente, porcentaje de humedad de suelo saturado, coeficiente hidrodinámico y la conductividad eléctrica inicial del extracto de saturación.

Los cultivos requieren datos de: coeficiente de desarrollo foliar, número de cultivos considerados, coeficiente de densidad de enraizamiento, profundidad radicular, período vegetativo, K_c del cultivo, salinidad umbral (S_u), pérdida del rendimiento por aumento unitario de salinidad (b).

Los datos climatológicos son: precipitación y evaporación.

Del agua se requiere la conductividad eléctrica.

Otras preguntas que hace el modelo es el número de años a procesar, la eficiencia de riego, la eficiencia del lavado de sales y el factor de la lámina de riego que se infiltra.

Funcionamiento y cálculos

La ejecución del modelo puede ser por entrada de archivo donde se encuentran los datos de suelo, cultivo, climatológicos y agua o entrada de datos en forma iterativa. Los cálculos que realiza el modelo son los siguientes:

1. Precipitación efectiva.
2. Evapotranspiración potencial de los cultivos.

3. Lámina de reposición
4. Umbral de riegos
5. Número de riegos.
6. Demanda hídrica mensual.
7. Concentración final salina del suelo.
8. Rendimiento de los cultivos.

La disminución de la productividad que surgirá por efecto de la calidad de las aguas de riego se determinará con la siguiente ecuación (Mass and Hoffman 1977, citado por Pérez, 1993) :

$$Y = 100 - b*(CE_{sm} - Su) \quad (6.1)$$

$$CE_{sm} = \frac{CE_{sf} + CE_{si}}{2}$$

donde:

- CE_{sm} : conductividad eléctrica media en el extracto de saturación (dS/m).
- CE_{sf} : conductividad eléctrica final en el extracto de saturación (dS/m)
- CE_{si} : conductividad eléctrica inicial del suelo en el extracto de saturación (dS/m).
- Su : salinidad umbral del cultivo (dS/m)
- b : disminución del rendimiento del cultivo por aumento unitario de salinidad.

Descripción teórica del modelo de anegamiento (DRPR)

El modelo fue desarrollado por Payen (1985), y permite simular de manera continua las variaciones del nivel freático en un campo de drenaje o sin él a través del tiempo y las consecuencias sobre la producción vegetal.

Es un modelo determinístico basado en el balance hídrico del perfil del suelo se toma en cuenta la infiltración de la lluvia usando el método del SCS, el abatimiento del nivel freático por drenaje usando la teoría de Guyón, la evapotranspiración del cultivo con coeficientes de desarrollo y patrón de extracción de agua variable y, el perfil del suelo dividido en tres estratos con sus respectivos espesores y capacidades de almacenamiento de agua; la porosidad drenable y la conductividad hidráulica no cambia en el perfil. Seguidamente se

describe la estructura del modelo el funcionamiento y cálculos que realiza el modelo.

Estructura del Modelo

El modelo trabaja con datos de suelo, cultivo y climatológicos.

Los datos de suelo se refieren al número de Curvas del SCS condición I, profundidad del nivel freático, profundidad de drenes, profundidad de barrera impermeable, espaciamiento de los drenes, porosidad drenable, conductividad hidráulica, agua aprovechable por estrato.

Los cultivos requieren datos de: profundidad máxima alcanzada por las raíces, nivel crítico para el índice de exceso de agua, punto de marchitamiento incipiente de cada estrato, duración de cada estadio de crecimiento, fracción de extracción de agua por estrato, coeficiente de cultivo para cada período, coeficiente de tina o tanque de evaporación, factor de susceptibilidad al encharcamiento.

Los datos climatológicos son: precipitación y evaporación diaria medida en el tanque tipo A.

Funcionamiento y resultados

Lee los datos de los archivos de suelo, de cultivo y meteorológicos.

1. Calcula la precipitación efectiva.
2. Calcula el abatimiento del nivel freático debido al drenaje y el caudal drenado.
3. Calcula la evapotranspiración del cultivo.
4. Determina los componentes del balance hídrico y después efectúa el balance.
5. En base a los cálculos anteriores ubica la posición del nivel freático.
6. De acuerdo a la humedad en el suelo, calcula los índices de "estres", tanto por exceso como por déficit de humedad.
7. Si han sido procesados todos los días del período, calcula la productividad del cultivo.

El aspecto negativo que se manifiesta por el ascenso del nivel freático se estima con la ecuación propuesta por Aguirre y Norero (1982), siendo ésta la siguiente:

$$P/P_p = 1 - \exp [(3.44/D_p)*y - (3.44/D_p)*w] \quad (6.2)$$

en donde:

P/P_p = Producción relativa (%).

D_p = Profundidad radicular (mm).

y = zona de subaereación (mm).

w = profundidad del nivel freático a partir de la superficie del terreno (mm).

Metodología para calcular el costo de las medidas de control de sales usando el modelo de PROSAL

Las causas de los problemas de salinidad en los suelos agrícolas bien se deben a la calidad de agua con la que se está regando o al contenido de sales que posea el suelo inicialmente.

Una de las medidas de control para lixiviar las sales y elevar la producción de los cultivos es adicionar un excedente de agua, para lo cual se tiene que multiplicar la lámina de riego por un valor mayor que la unidad (1), en el modelo PROSAL este valor se llama factor que afecta la lámina de riego que realmente se infiltra. Con la adición de agua adicional la producción de los cultivos se incrementarán progresivamente y disminuirá el efecto de salinidad y sus repercusiones.

La lixiviación de las sales es una medida de control necesaria si existe disponibilidad hídrica, lo cual se hace difícil en zonas áridas; sin embargo existen otras medidas que requieren menores cambios y otras de mayores cambios; las que requieren menores cambios son: riego más frecuente y selección de cultivos. Las que requieren mayores cambios son: cambios de método de riego, cambio de fuente de agua, nivelación de tierras, modificación del perfil del suelo y el drenaje. La descripción de estas medidas se encuentran en la revisión de literatura.

Costos por requerimiento de lixiviación

El requerimiento de agua por lixiviación, es un porcentaje de la lámina de riego según el modelo PROSAL. El costo del agua según experiencias en EE.UU revela un valor de $\emptyset,13$ Bs/m³ (Novelo, 1977). Riera (1990) menciona unas cifras que oscilan de $\emptyset,28$ a $\emptyset,81$ Bs/m³ en el sistema de riego de Yacambu-Quibor para diferentes condiciones; sin embargo estos valores pueden sufrir modificaciones para un caso especial.

De acuerdo a las condiciones citadas anteriormente los costos de agua por lixiviación se pueden expresar de la manera siguiente:

$$C_{aglix} = dr * C_{agua} * 10 \quad (6.3)$$

donde :

C_{aglix} : costo de agua por lixiviación (Bs/ha)

dr : requerimiento de lixiviación (mm)

C_{agua} : costo del agua (Bs/m³)

1mm = 10 m³/ha

El problema de la salinidad está estrechamente asociado al drenaje, pues esta práctica constituye el medio que permite mantener el balance salino del suelo, motivo por el cual los costos de lixiviación están asociados a la instalación de los sistemas de drenaje.

Metodología para calcular el costo de las medidas de control de anegamiento usando el modelo de anegamiento

Las medidas de control por anegamiento se refieren a la construcción de drenes superficiales o subterráneos para la evacuación de los excedentes de riego, de precipitación, lixiviación de sales o para el manejo de los niveles freáticos.

Según el modelo DRPR considera una producción de cultivos altos cuando la densidad del sistema de drenaje son altas, si es el caso inverso, es decir cuando el espaciamiento de los drenes son amplios la producción disminuye. Esto indica que para un período simulado donde exista una alta densidad de drenes la producción no estará afectado por los excesos de agua y por lo tanto disminuirá el efecto de anegamiento y sus repercusiones.

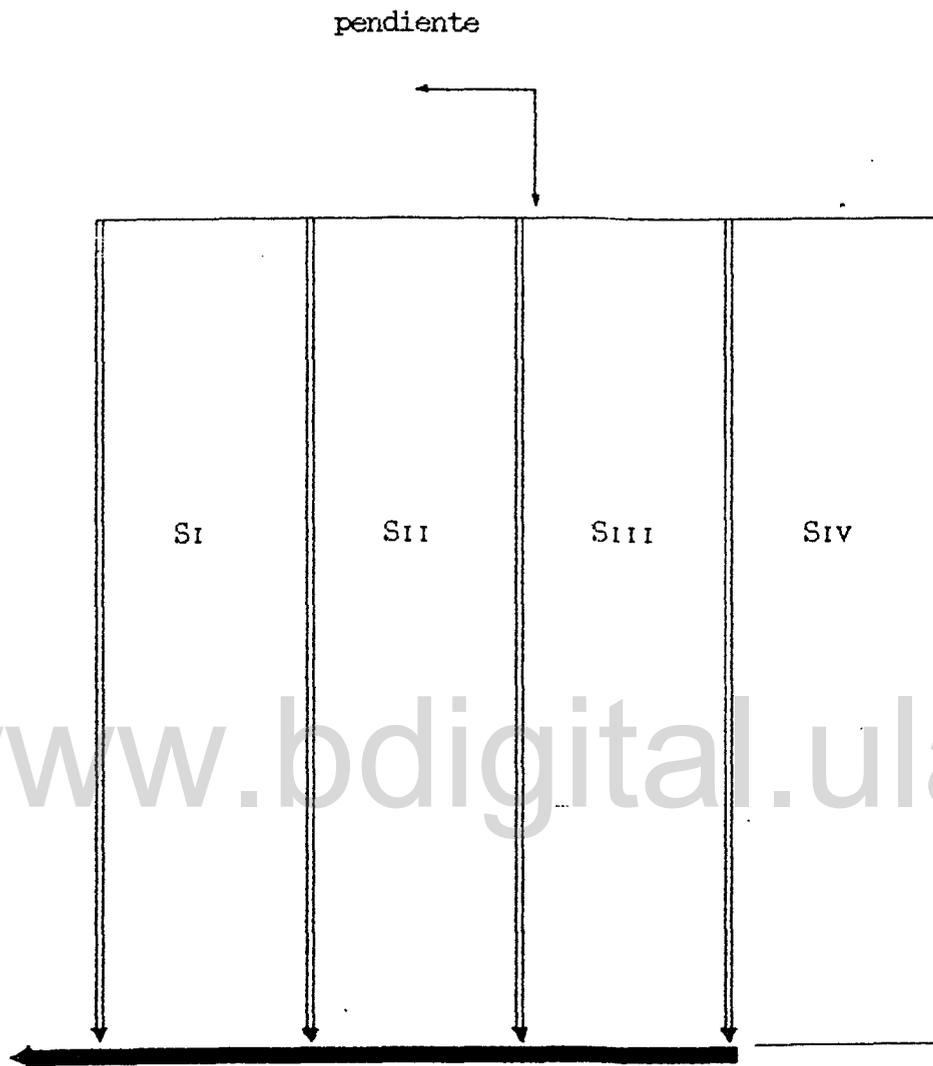
Los costos de las medidas por construcción de drenes significan una inversión económica. Al respecto se trata de esquematizar tres condiciones para la evacuación de los excesos de agua en un sistema de riego hipotético y los costos por instalación de drenes superficiales o subterráneos.

En la primera condición, según se aprecian en la Figura 8, el sistema de drenaje esta compuesto por un colector principal y varios sub-colectores paralelos. El espaciamiento elevado de estos subcolectores es amplio lo cual dificultará la evacuación de los excedentes hídricos. En este caso la producción podría sufrir un declive al igual que la calidad ambiental.

Con la segunda condición, Figura 9, se puede apreciar que el sistema de drenaje cuenta, en comparación a la primera condición, con un sub subcolector, por lo tanto la densidad de drenaje es superior donde las áreas de influencia de cada dren son menores. En este caso los excedentes de riego se podrán evacuar con facilidad. Respecto al caso anterior la calidad ambiental y la producción se elevarán sustancialmente.

En esta tercera condición, Figura 10, se puede apreciar una alta densidad de drenaje; se consideran drenes subterráneos a nivel parcelario, este sistema es satisfactorio para lixiviar los suelos con problemas de sales. La evacuación de las aguas se realizará sin restricciones respecto a las condiciones anteriores. El costo de instalación de este sistema de drenaje es superior a la primera y segunda condición, por lo tanto las medidas de control de efectos negativos son elevados. La calidad ambiental y la producción son superiores a los casos anteriores.

Otras medidas de control contra el efecto de anegamiento son: el revestimiento de canales principales y ramificaciones, operación de caudales necesarios en las parcelas de riego, drenaje con sistemas de bombeo y la selección de cultivos tolerantes. La descripción de estas medidas se encuentran en el capítulo V.

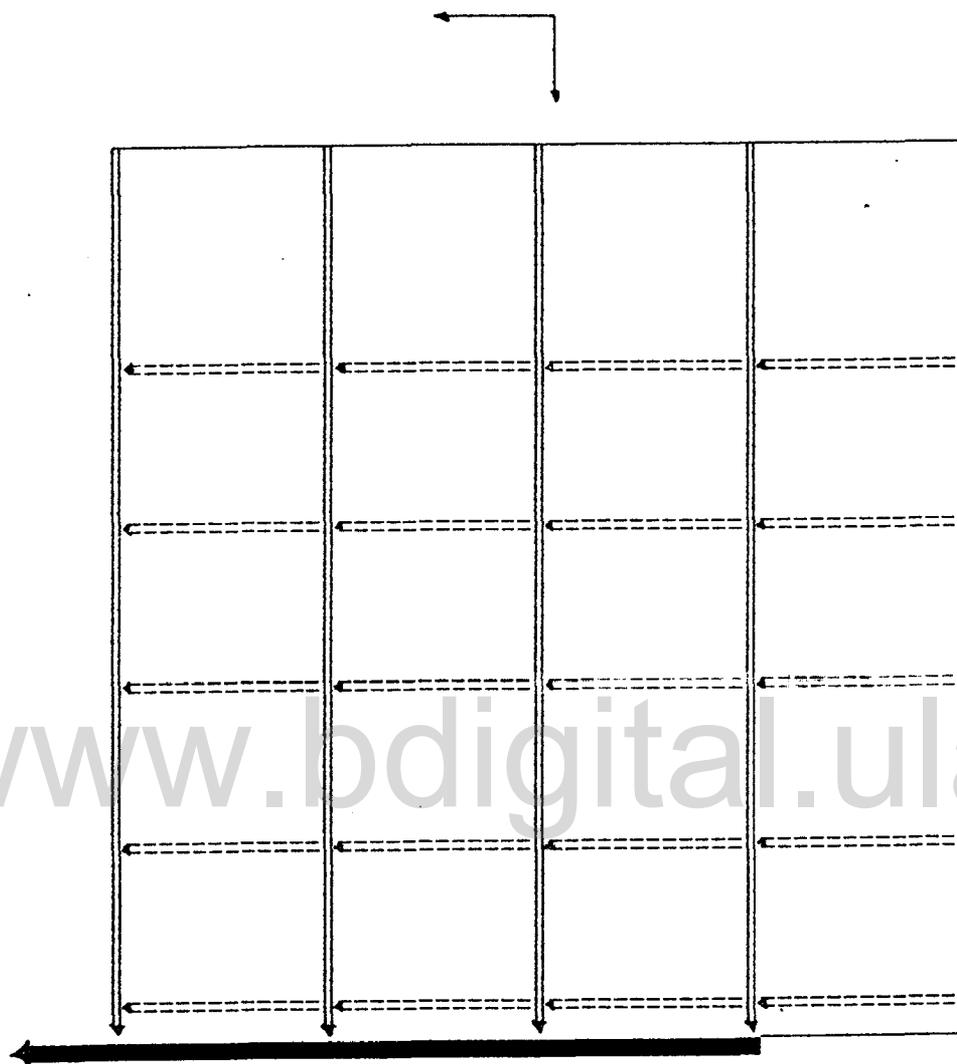


Leyenda:

-  Colector Principal
-  Sub - Colector

Figura 8. Condición 1 de drenaje

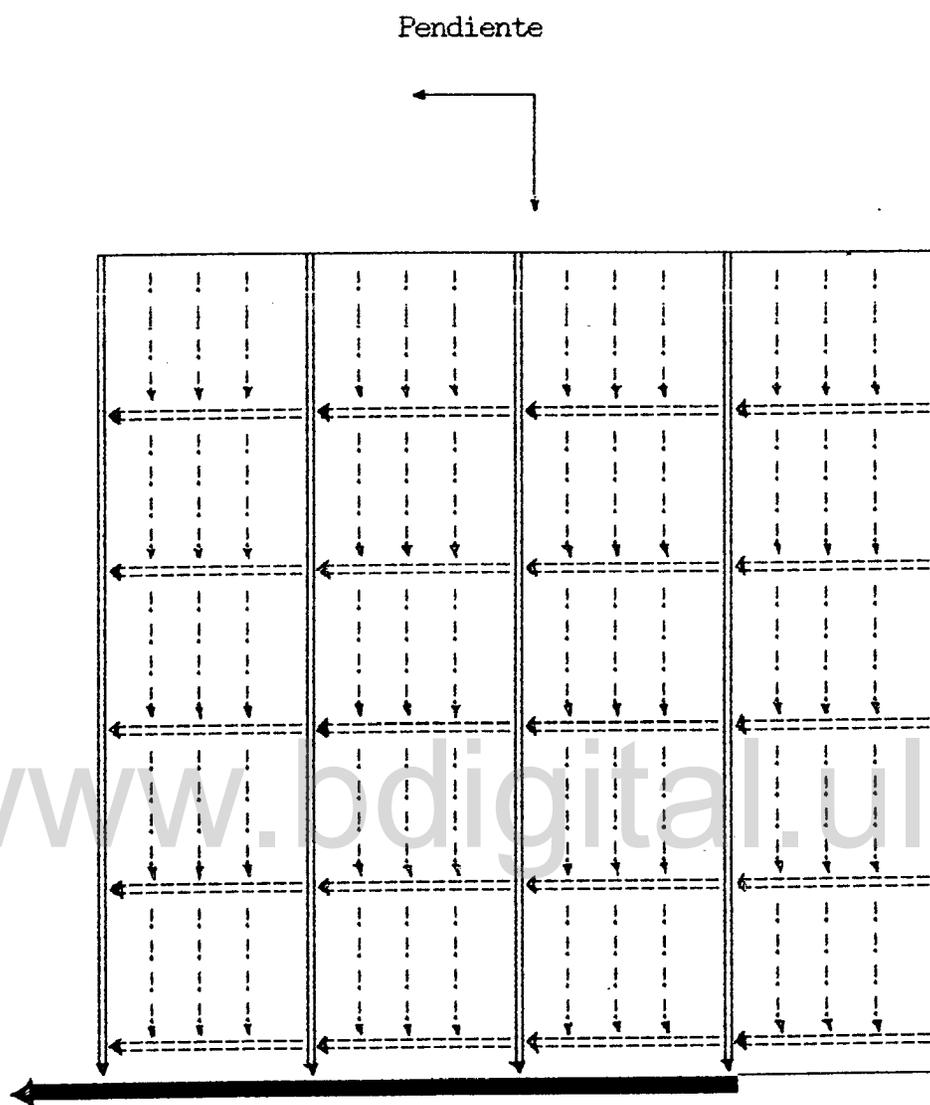
Pendiente



Leyenda:

-  Colector Principal
-  Sub - Colector
-  sud-sub Colector

Figura 9. Condición 2 de drenaje



Leyenda:

- | | |
|-----|--------------------|
| — | Colector Principal |
| = | Sub - Colector |
| --- | sud-sub Colector |
| \| | Drenes entubados |

Figura 10. Condición 3 de drenaje.

Los costos de las medidas referidos a la construcción de drenes superficiales y subterráneos se detallan seguidamente.

Costos por instalación de drenes

Este análisis está orientado a dar una idea del costo por ha de la construcción de drenes, para lo cual considera costos por: excavación, distribución de excedentes de tierra, tapado de los drenes entubados, instalación de tuberías de drenaje y operaciones complementarias. La excavación de drenes bien puede ser manual o mecánica.

De la Torre (1968), estima el avance de un hombre por tarea diaria en 3 m³ y la excavación a máquina en 180 m diarios.

Cálculo de costos de instalación de 1 m. lineal de dren:

Características del dren:

Talud : z
Plantilla : b
Profundidad: h

Volumen de excavación (V):

$$V = (b + z \cdot h) \cdot h \quad (\text{m}^3/\text{m}) \quad (6.4)$$

Costo de excavación a mano (Cem)

$$Cem = V \cdot Cm \quad (\text{Bs}/\text{m}) \quad (6.5)$$

donde:

V : volumen de excavación (m³/m)
Cm: costo de mano de obra (Bs/m³)

Costo de excavación a máquina (Ceq)

$$Ceq = V \cdot Cq \quad (\text{Bs}/\text{m}) \quad (6.6)$$

donde:

V : volumen de excavación (m³/m)
Cq: costo de excavación a máquina (Bs/m³)

Costos de tubo de drenaje (Ctd)

$$Ctd = [1 \text{ m}/(\text{Lt}/\text{tubo})] \cdot Ct \quad (\text{Bs}/\text{m}) \quad (6.7)$$

donde:

Lt : longitud de tubo, fábrica (m)
Ct : costo por unidad de tubo (Bs/cu)

Costo de distribución de la tierra extraída (Cdt)

$$Cdt = V \cdot Cd \quad (\text{Bs}/\text{m}) \quad (6.8)$$

donde :

V : volumen de excavación (m³/m)
Cd : costo por distribución (Bs/m³)

Costo de tapado de tubos (Ctt)

$$Ctt = V * Ct \quad (\text{Bs/m}) \quad (6.9)$$

donde:

V : volumen de excavación (m³/m)
Ct : costo por tapado (Bs/m³)

Los costos de estas medidas de control están expresados en (costo/m), es decir en (Bs/m). A cada rubro siguiente se tiene que añadir los costos por replanteo topográfico en (Bs/ha).

Costo total por metro de dren, abierto a mano:

$$= Cem + Cdt \quad (6.10)$$

Costo total por metro de dren, abierto a máquina:

$$= Ceq + Cdt \quad (6.11)$$

Costo total por metro de dren entubado, a mano:

$$= Cem + Ctd + Ctt \quad (6.12)$$

Costo total por metro de dren entubado, a máquina:

$$= Ceq + Ctd + Ctt \quad (6.13)$$

El cálculo del costo/hectárea por construcción según el espaciamiento de los drenes es:

$$\text{Costo/ha} = (\text{Bs/m}) * (10000 / \text{espaciamiento en metros}) \quad (\text{Bs/ha}). \quad (6.14)$$

CAPITULO VII

METODOLOGIA DE TRABAJO

En el desarrollo de la tesis se realizó primeramente la revisión bibliográfica la cual tuvo como finalidad la recopilación y análisis de materiales de corte técnico, referido a la conservación de suelos y aguas, riego, drenaje, vialidad, ingeniería ambiental, evaluación de proyectos u otra literatura especializada relacionada a los impactos ambientales en los sistemas de riego y drenaje. Seguidamente se describen los componentes del proyecto de riego en sus fases de construcción, operación y mantenimiento donde se denotan las actividades y acciones provocadores de impactos. Luego se identificaron los factores ambientales del medio susceptibles a recibir impactos.

La lista de efectos negativos de los proyectos de riego y drenaje se elaboró a partir de la revisión bibliográfica. Para la identificación de los efectos negativos de un determinado estudio particular se elaborará una matriz que relaciona en las columnas los factores ambientales del área de riego y en las filas las acciones que ocurren en las fases de construcción y operación, de la confrontación de acciones y factores surgirán los efectos negativos. La descripción y análisis de estos efectos detectados se encuentra en una lista de efectos elaborada anteriormente, seguidamente se identifican y describen las medidas y alternativas de control para disminuir los efectos ambientales. La cuantificación de los efectos negativos sobre el ambiente se realizan igualando la producción de los cultivos y las medidas de control. El desarrollo de esta metodología en su conjunto será de utilidad para la aplicación a cualquier proyecto de riego y drenaje. En la Figura 11 se puede apreciar un diagrama de flujo de la metodología desarrollada.

La metodología citada se aplicó en el proyecto de riego "San Juan de la Maguana" de la margen izquierda del país de República Dominicana. El estudio considera dos alternativas de evaluación de impactos ambientales: la situación actual del proyecto llamado alternativa I, y la rehabilitación y modernización del proyecto llamado alternativa II. En la Figura 12 se puede apreciar un diagrama de flujo de la aplicación de la metodología.

1. Primeramente se recopiló la información básica correspondiente a la ubicación, vías de comunicación, fisiografía, topografía, clima y estudios básicos.
2. Se realizó un diagnóstico de la alternativa I del proyecto, es decir la situación actual del proyecto en la fase operativa, el planeamiento hidráulico y características de la red de canales, drenes y obras de arte desde la captación hasta la distribución en el predio y eficiencia de riego del proyecto.
3. En la fase de operación y mantenimiento se determinó las actividades y acciones del proyecto de riego y drenaje, no se desarrollo el estudio de la fase de construcción porque ya se encuentra construida.
4. Para el análisis de la fase de operación y mantenimiento se desmenbró la fase en actividades y acciones inducidas por el proyecto.
5. Se describió las acciones del proyecto susceptibles de producir impactos en el medio ambiente.

6. Con la información básica se identificaron los factores ambientales del proyecto de riego susceptibles a recibir impactos.

7. Para la identificación de efectos se confrontaron las acciones del medio y los factores ambientales mediante una matriz de interacción.

8. Identificados los efectos negativos del proyecto, se describió cada efecto según la lista de efectos confeccionada.

9. De acuerdo a los efectos negativos se instrumentó un listado de las medidas de control.

10. Se realizó un encadenamiento de los efectos detectados en la fase de operación y mantenimiento.

11. El estudio de la alternativa II es semejante al realizado a la alternativa I con la excepción que se analiza la fase de construcción del proyecto de riego.

12. Se realizó la predicción de efectos negativos sobre el ambiente de los efectos salinidad y anegamiento.

13. Finalmente el estudio contiene la discusión de los resultados de la alternativa I y II y sus respectivas conclusiones y recomendaciones que se consideraron necesarios para el cumplimiento de los objetivos.

www.bdigital.ula.ve

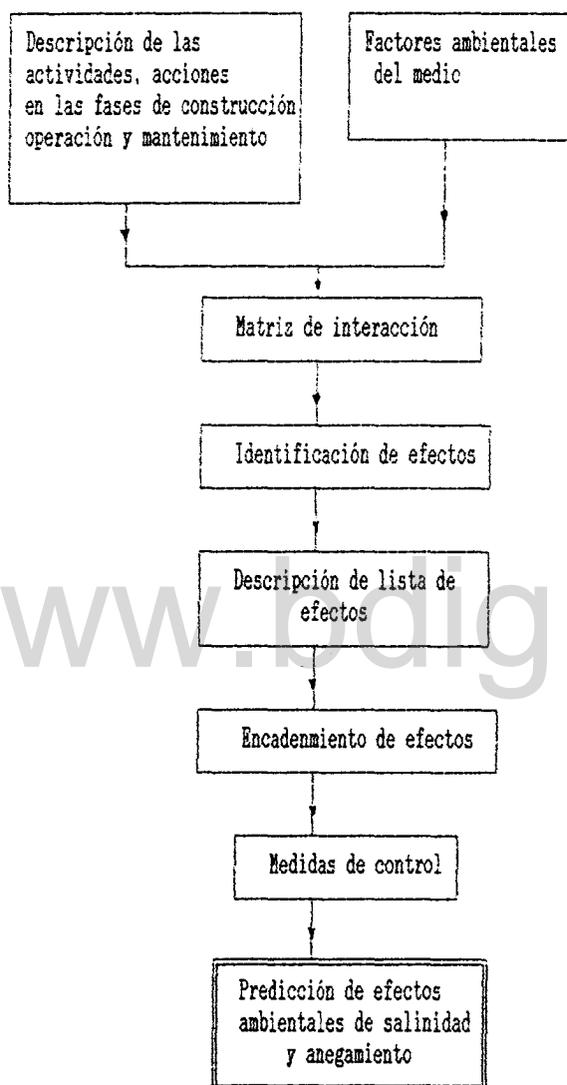


Figura 11. Metodología desarrollada para la E.I.A. en proyectos de riego y drenaje.

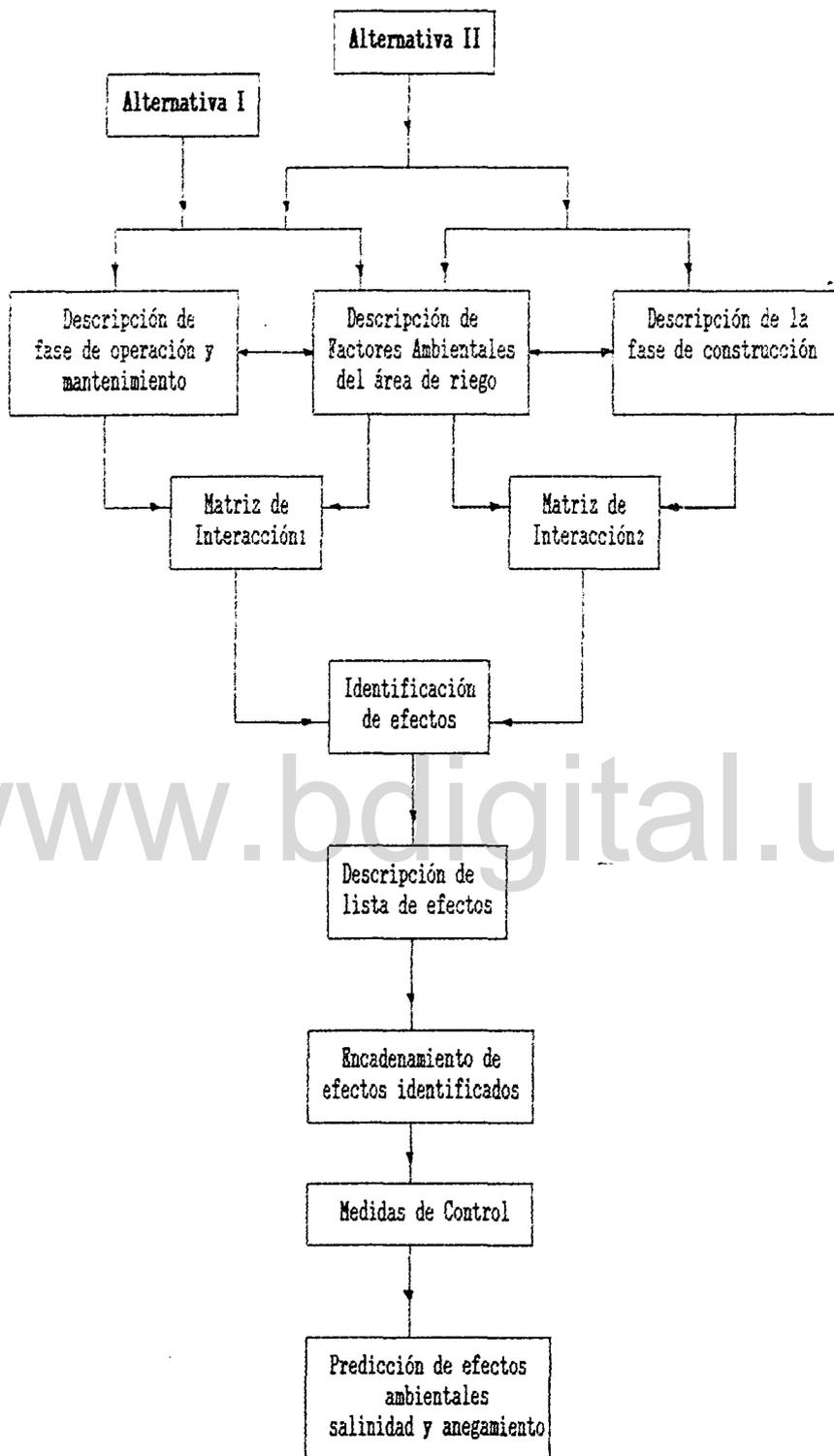


Figura 12. Estudio de caso

CAPITULO VIII

RESULTADOS

En esta sección se presentan los resultados obtenidos del análisis de la información recopilada para realizar la evaluación impactos ambientales en proyectos de riego y drenaje. Seguidamente se presentan las acciones realizadas en las fase de construcción, en la fase de operación y mantenimiento, los factores ambientales y los efectos ambientales y medidas de control.

Fase de construcción

La fase de construcción corresponde al momento del levantamiento de la infraestructura física del sistema de riego y drenaje y toda obra física del proyecto. Las actividades y acciones en esta fase son los siguientes:

Obras Preliminares

- . Trochas
- . Caminos de acceso
- . Traslado de maquinarias
- . Deforestación
- . Despeje
- . Limpieza
- . Campamentos
- . Ubicación de canteras
- . Acondicionamiento de lugares de préstamo
- . Desvío de caminos
- . Desvío de río
- . Desvío de cauces naturales

Obras de Captación

Obras de derivación

- . Eliminación de defensa del río
- . Excavación del lecho del río
- . Excavación de material de préstamo
- . Transporte de material de préstamo
- . Relleno compactado
 - . Bombeo de aguas
 - . Barraje
 - . Bocal de captación
 - . Canal de limpia
 - . Desarenador
 - . Despedrador
 - . Diques
 - . Muros de encauzamiento

Obras de Bombeo

- . Perforación de acuíferos

- . Caseta de bombeo en embalses y ríos
- . Tanques de almacenamiento

Obras de Conducción y Distribución

Canales en tierra

- . Trazado de ejes
- . Excavación en corte, relleno o mixto
- . Excavación manual
- . Excavación mecánica
- . Traslado de material sobrante
- . Transporte de materiales
- . Acequias a nivel predial

Canales revestidos

- . Trazado de ejes
- . Excavación en corte, relleno o mixto
- . Excavación manual
- . Excavación mecánica
- . Traslado de material sobrante
- . Transporte de materiales
- . Revestimiento de canales
- . Sistemas de drenaje
- . Acueductos
- . Anclaje de canales elevados
- . Canales prefabricados

Construcción de obras de arte

- . Retenciones
- . Partidores
- . Módulos
- . Estructuras de toma
- . Aforadores

Tuberías

- . Transporte de tuberías (concreto, plástico, caucho)
- . Trazo de ejes y nivelación
 - . Excavación y colocación de tuberías
 - . Colocación superficial de tuberías
- . Tendido de tuberías metálicas para riego por aspersión, microaspersión y goteo.
 - . Tuberías principales
 - . Tuberías secundarias
 - . Tuberías terciarias
 - . Instalación de accesorios (aspersores, microaspersores, goteo, fertilizadores, válvulas, etc.)
 - . Sistema de bombeo.

Obras del Sistema de Drenaje

Drenes abiertos

- . Descenso del nivel freático (Bombeo)
- . Trazado del eje
- . Construcción de obras de arte
 - . Caídas
 - . Descargas
- . Excavación de zanjas
 - . Manual
 - . Mecánica
- . Traslado de material sobrante

Drenes Subterráneos

- . Estacado
- . Excavación de zanjas
 - . Manual
 - . Mecánica
- . Colocación de tubos
- . Boca de visita
- . Relleno de zanjas
- . Instalación de drenes sin abrir la zanja (mecánica).
 - . Abre zanjas
 - . Derrame grava en el fondo
 - . Instalación de tuberías
 - . Colocación de grava
 - . Nivelación

Drenaje por bombeo

- . Perforación de acuífero
- . Caseta de bombeo

Nivelación de Tierras

- . Desraizamiento
- . Replanteo topográfico
- . Movimiento de tierra
- . Equipo mecánico
 - . Corte
 - . Cargar
 - . Transportar
 - . Nivelar

Construcción del sistema de riego (predio)

- . Replanteo topográfico
- . Manual o mecánico
 - . Surcos
 - . Melgas
 - . Curvas de nivel

Red vial y comunicación

- . Construcción de terraplenes
- . Traslado de material
- . Pavimentación
- . Zanjas de drenaje
- . Puentes
- . Alcantarillado
- . Gaviones
- . Aceras, cunetas y barandas
- . Electrificación
- . Redes telefónicas y radio

Otras obras

- . Agroindustrias
- . Viviendas y centros poblados
- . Centros de esparcimiento
- . Caseta de bombeo
- . Estaciones hidrométricas

Fase de operación y mantenimiento

La fase de operación y mantenimiento es considerada como la más duradera de la vida del proyecto y es donde ocurren la mayor cantidad de efectos negativos. Las actividades y acciones de esta fase son las siguientes:

Operación de captación**Superficial**

- . Accionamiento de compuertas en obra de captación
 - . Manual
 - . Mecánico
- . Accionamiento de compuertas del desarenador
- . Refaccionamiento de obras y limpieza de malezas, árboles
- . Mantenimiento de equipo mecánico

Bombeo

- . Operación de bombeo en:
 - . Acuíferos
 - . Embalses
 - . Ríos
- . Operación de tanques de almacenamiento
- . Mantenimiento de equipo de bombeo

Operación de conducción**Canales en tierra y revestidos**

- . Operación de llenado
- . Operación de cebado
- . Operación con caudal de diseño

- . Control de la erosión
- . Limpieza manteniendo
 - . Sección
 - . Tirante
 - . Pendiente

Operación de distribución

Operación de estructuras

- . Retenciones
- . Partidores
- . Módulos
- . Tomas
- . Aforadores
- . Limpieza y mantenimiento

Aplicación superficial

- . Accionamiento de estructura de toma
- . Aforamiento
- . Caudal continuo
- . Rotación
- . Demanda

Aplicación por aspersión y goteo

- . Bombeo
- . Operación del sistema
 - . Móvil
 - . Semimóvil
- . Fertigación
- . Mantenimiento del equipo

Evacuación

Drenaje superficial

- . Evacuación de excedentes
- . Conducción de excedentes superficiales y subterráneos
- . Limpieza manual, mecanizada o química.
- . Reparación y mantenimiento de obras de arte
 - . Bocas de visita
 - . Caídas
 - . Descargas

Drenaje subterráneo

- . Evacuación de excedentes
- . Conducción
- . Limpieza de conductos
 - . Inyección de agua
 - . Varilla semi rígida
 - . Sustancias químicas

- . Reparación de descargas

Drenaje por bombeo

- . Accionamiento por sistema de bombeo
- . Mantenimiento

Drenaje de efluentes

- . Agroindustrias
- . Viviendas y centros poblados
- . Campamentos

Operación de Mecanización Agrícola

Operación de preparación de tierras (mecánico)

- . Roturación del suelo
- . Gradeo

Operación de siembra

- . Siembra mecánica
- . Siembra Manual

Operación de abonado, control de malezas e insectos.

- . Aplicación mecánica
- . Aplicación manual
- . Aplicación aérea

Operación de cosechas

- . Recolección mecánica
- . Recolección manual

Factores ambientales

Los factores físicos naturales notables como consecuencia de las acciones a realizarse en las fases de construcción, operación y mantenimiento del proyecto de riego y drenaje son: el suelo, el clima, la atmósfera, la geomorfología, la hidrología superficial, la geología, la vegetación y fauna. Las características ambientales a sufrir alteración de cada factor ambiental son los siguientes:

Suelos

- . Textura
- . Estructura
- . pH
- . Conductividad hidráulica
- . Conductividad eléctrica
- . Materia orgánica
- . Relación C/N
- . Nutrientes (P, N, K)

- . Profundidad radicular
- . Características hídricas
 - . Capacidad de almacenamiento
 - . Drenaje interno
- . Disponibilidad de elementos importantes
 - . Carbonatos
 - . Sales
 - . Elementos tóxicos
- . Consistencia del suelo
 - . Saturado
 - . Húmedo
 - . Seco

Clima

- . Radiación solar
 - . Media diaria
 - . Radiación global
- . Insolación
 - . Medias mensuales
 - . Medias anuales
 - . Porcentaje de la duración del día
- . Temperatura del aire
 - . Máximas y mínimas absolutas anuales
 - . Media mensual
 - . Media anual
 - . Oscilación anual de temperatura
- . Viento
 - . Frecuencia de las direcciones
 - . Frecuencia de las velocidades
 - . Velocidad máxima y frecuencia
- . Humedad del aire
 - . Humedad relativa
 - . Frecuencia de rocío (anual o mensual)
 - . Frecuencia de nieblas (anual o mensual)
- . Visibilidad
 - . Estimación del observador
- . Precipitaciones
 - . Precipitación media anual
 - . Precipitación media mensual
 - . Precipitaciones máximas absolutas en 24 horas
 - . Número medio anual de días de tormenta
- . Evaporación potencial
- . Evapotranspiración potencial
- . Evapotranspiración real
- . Microclima
- . Macroclima

Atmósfera

- . Calidad del aire
- . Ruidos

Geomorfología

- . Unidades geomorfológicas
- . Relieve y terreno
- . Formas de drenaje
- . Formas fluviales
 - . Meandros
 - . Cortes
 - . Deltas
 - . Planicies fluviales

Hidrología Superficial

- . Caudales de escurrimiento
- . Calidad de agua
 - . Conductividad eléctrica
 - . Total de sólidos disueltos
 - . Relación de adsorción de sodio
 - . Sodio
 - . Cloro
 - . Boro
 - . Oligoelementos
 - . Nitrógeno
 - . Bicarbonato
 - . pH
 - . Olor
 - . Sabor
 - . Turbidez
 - . Temperatura
 - . Oxígeno disuelto
 - . DBO₅

Geología

- . Zonas mineralizadas
- . Canteras
- . Tipos de roca
- . Contactos litológicos
- . Fallas tectónicas
- . Áreas sísmicas

Hidrología Subterránea

- . Balance hídrico
- . Caudal y dirección
- . Calidad de agua
 - . Conductividad eléctrica
 - . Total de sólidos disueltos
 - . Relación de adsorción de sodio
 - . Sodio
 - . Cloro
 - . Boro
 - . Oligoelementos
 - . Nitrógeno

- . Bicarbonato
- . pH
- . Olor
- . Sabor
- . Turbidez
- . Temperatura
- . Oxígeno disuelto
- . DBO₅

- . Factores hidrográficos
 - . Red de drenaje
 - . Localización de acuíferos
 - . Altura del nivel freático

- . Factores topográficos
 - . Pendiente del terreno

- . Factores del suelo
 - . Porosidad

- . Factores de vegetación
- . Modificación de permeabilidad

Vegetación

- . Abundancia y densidad
- . Cobertura
- . Biomasa
- . Estructura espacial
- . Evolución en el tiempo
- . Estructura espacial
- . Especies en extinción

Fauna

- . Fauna silvestre
- . Fauna terrestre
 - . Mamíferos
 - . Insectos
 - . Pájaros
- . Fauna acuática
 - . Peces
 - . Mariscos
 - . Crustáceos
- . Terrestre y acuáticos
 - . Anfibios
 - . Reptiles
 - . Aves
- . Movimientos migratorios
- . Especies en extinción

Lista de efectos ambientales y medidas de control en proyectos de riego y drenaje.

Seguidamente se muestra veinticuatro efectos negativos que ocurren con mas frecuencia en los proyectos de riego y drenaje con sus respectivas alternativas de medidas de control. Para cada efecto detectado se indica la fase donde ocurre y el medio afectado.

La lista sirve para que el usuario o lector pueda clasificar algunos efectos que considere según el estudio particular. La descripción de los efectos y las medidas de control se detallan en la revisión de literatura.

Erosión

Medidas

- Revegetar o impermeabilizar taludes
- Organización de movimiento de maquinarias
- Diseño de canales y drenes
- Operación de sistemas de riego
- Conservación de drenajes naturales
- Construcción de desarenadores
- Mantenimiento del sistema de riego y drenaje
- Riego por aspersión
- Control de la erosión eólica

Fase

- Operación y construcción

Medio

- Suelo
- Canales
- Drenes
- Obras de arte.

Salinización

Medidas

- Riego más frecuente.
- Selección de cultivos.
- Lixiviación de sales de los suelos.
- Cambios de métodos de riego (aspersión y goteo).
- Mezcla de aguas.
- Nivelación de tierras.
- Modificación del perfil del suelo.
- Drenaje.

Fase

- Operación

Medio

- Suelo
- Cultivos
- Aguas superficiales y subterráneas

Salinización y Sodificación**Medidas**

- Riego con agua que contiene Ca⁺⁺.
- Mezcla de agua.

Fase

- Operación

Medio

- Suelo
- Cultivos
- Aguas superficiales y subterráneas

Sodificación**Medidas**

- Aplicación de enmiendas.
- Labores mecánicas.
- Cultivos tolerantes.

Fase

- Operación

Medio

- Suelo
- Cultivos

Toxicidad**Medidas****En riego por superficie:**

- Lixiviación.
- Selección de cultivos tolerantes.
- Prácticas culturales
- Mezcla de aguas.

En riego por aspersión:

- Riegos nocturnos
- Riego en períodos de viento fuerte.
- Rotación de aspersores
- Intensidad de aplicación.
- Cambio de métodos de riego
- Tratamiento de aguas

Fase

- Operación

Medio

- Suelo
- Cultivos

- Aguas superficiales

Reducción de la velocidad de infiltración

Medidas

Químicos (enmiendas):

- Aplicación de yeso
- Acido sulfúrico
- Mezcla de aguas

Mecánicos:

- Labranza
- Residuos orgánicos

Otros:

- Riego continuo
- Prolongación de la duración del riego.
- Cambios de sistema de riegos.

Fase

- Operación

Medio

- Suelos

Variación del crecimiento de los cultivos (Nitrógeno).

Medidas

- Rotación de cultivos.
- Controlar su contenido periódicamente,

Fase

- Operación

Medio

- Cultivos
- Canales
- Drenes

Corrosión e incrustaciones en el sistema de riego

Medidas

- Selección de equipos adecuados
- Limpieza de tuberías

Fase

- Operación

Medio

- Canales revestidos (hormigón).
- Obras de arte de canales y drenes.
- Tuberías.

- Sistema de riego por aspersión y localizado.
- Sistema de bombeo.

Alteración de propiedades físicas de suelos.

Medidas

- Labranza conservacionista.
- Rotación de cultivos.

Fase

- Operación

Medio

- Suelo
- Cultivos

Obstrucciones en los sistemas de riego localizado

Medidas

- Diseño de filtros
- Sedimentación de partículas

Fase

- Operación

Medio

- Sistema localizado

Pérdida de suelos fértiles

Medidas

- Conservación de suelos fértiles
- Siembra en contorno
- Adecuada nivelación de tierras

Fase

- Operación

Medio

- Suelo

Destrucción de yacimientos paleontológicos y culturales.

Medidas

- Diseño y construcción de canales y drenes para preservar las áreas de interés.
- Excavación para el salvamento de material arqueológico.
- Incentivos para el turismo

Fase

- Construcción

Medio

- Patrimonio cultural

Asentamientos de suelos (Subsidencia)

Medidas

- Evitar la sobreexplotación de pozos
- Compactación de suelos antes de la construcción.

Fase

- Construcción y operación

Medio

- Suelo
- Obras hidráulicas

Contaminación de suelos por agroquímicos

Medidas

- Aplicación de dosis adecuada.
- Recomendaciones para su aplicación.

Fase

- Operación

Medio

- Aguas superficiales y subterráneas
- Fauna acuática.
- Suelo.
- Vegetación.

Contaminación de aguas superficiales

Medidas

- Control de agroquímicos
- Tratamiento de aguas
- Construcción de letrinas
- Operación de maquinarias

Fase

- Construcción y operación

Medio

- Aguas superficiales.
- Fauna acuática.
- Suelo.
- Vegetación.

Contaminación de aguas subterráneas

Medidas

- Implantación de un sistema monitor de diagnósticos, para la contaminación marina, química, compuesto nitrogenado y biocidas.
- Medidas contra compuestos nitrogenado.
- Medidas contra intrusión de aguas marinas.
- Preparación o cumplimiento de instrumentos jurídicos que permitan el control y sobreexplotación.

Fase

- Construcción y operación

Medio

- Acuíferos

Alteración del ciclo hidrológico.**Medidas**

- Adaptación del proyecto al medio natural.
- Conservación del caudal ecológico.
- Reformas legales.
- Estudios hidrológicos.

Fase

- Construcción y operación

Medio

- Suelos
- Clima
- Geomorfología
- Vegetación
- Fauna
- Hidrología superficial y subterránea

Aneqamiento**Medidas**

- Revestimiento de los canales principales y ramificaciones
- Operación de caudales necesarios en las parcelas de riego.
- Drenaje con sistemas de bombeo.
- Selección de cultivos tolerantes.
- Niveles crítico de la freática.

Fase

- Operación

Medio

- Suelo

Disminución de eficiencia de riego del proyecto

Medidas

- Revestimiento de canales
- Operación y mantenimiento (limpieza) del sistema de riego.
- Nivelación de tierras para el riego.

Fase

- Operación

Medio

- Proyecto de riego

Salud Pública**Medidas**

- Operación:
 - . Instalación de postas sanitarias
 - . Mantenimiento y modernización de estructuras hidráulicas
 - . Preparación de informes periódicos y especiales con propósitos de difusión.
- Construcción:
 - . Instalación de centros de prevención en los lugares de construcción para los trabajadores y familias.
 - . Vigilancia de infecciones de la mano de obra foráneo y local
 - . Evitar contaminación del aire y agua por excretas

Otras medidas a considerar sobre la salud, respecto a los agroquímicos

son:

- Aplicación de agroquímicos.
- Almacenamiento de biocidas.
- Almacenamiento de fertilizantes.
- Transporte de agroquímicos.
- Procedimiento de emergencia.
- Contra incendios.

Fase

- Construcción y operación

Medio

- Ser humano

Aumento en los niveles de ruido**Medidas**

- Reducción de ruidos
- Barreras acústicas

Fase

- Construcción y operación

Medio

- Atmósfera

Alteración de la calidad del aire**Medida**

- Aplicación de agroquímicos según patrón climatológico
- Legislación ambiental.

Fase

- Construcción y operación

Medio

- Atmósfera

Alteración del clima**Medida**

- Los cambios climáticos es relativamente difícil de predecir. Partiendo de un buen conocimiento del terreno se puede llegar a estimar cualitativamente el nivel del riesgo.

Fase

- Operación y construcción

Medio

- Clima

Alteración del ecosistema**Medidas****Conservación de la:**

- Visibilidad
- Calidad paisajística
- Fragilidad visual

Otras medidas para la conservación del ecosistema son las correspondientes a la contaminación de las aguas superficiales, aguas subterráneas, contaminación de suelos, alteración de las propiedades físicas de los suelos, anegamiento, salinización y la alteración del ciclo hidrológico.

Fase

- Construcción y operación

Medio

- Vegetación
- Fauna

CAPITULO IX

DISCUSION DE RESULTADOS.

En este aparte se discuten los resultados de la metodología planteada para la evaluación de impactos ambientales en proyectos de riego y drenaje. Los puntos a tratarse corresponden a las acciones en las fases de construcción, operación y mantenimiento, factores ambientales afectados, lista de efectos ambientales, encadenamiento de efectos, predicción de efectos ambientales y las medidas de control.

Acciones realizadas en las fases de construcción y operación y mantenimiento

Las diferentes acciones presentadas para cada alternativa de estudio se vislumbran en el momento de materializar las obras físicas y en la operación de las mismas. Las acciones tienen incidencia sobre los factores ambientales, de la confrontación de las acciones y factores surgen los efectos.

Para determinar las acciones de cada alternativa de estudio es necesario dividir el proyecto en fases, actividades y acciones, además las características de las acciones tienen que ser independientes y significativas para evitar duplicaciones.

Las obras a construirse y la operación y mantenimiento de las mismas generan acciones las cuales se encuentran descritas en los resultados. La lista de acciones presentada es exhaustiva: la captación de las aguas puede ser superficial o subterráneas, la conducción y distribución por canales revestidos, sin revestir o por tuberías; la evacuación de los excedentes de riego por drenes naturales, artificiales o por bombeo; por lo que en cada caso el usuario puede seleccionar las acciones presentada en los resultados para un determinado estudio particular. La descripción de cada acción es a un nivel general, el cual se encuentra en la revisión bibliográfica.

Las acciones presentan una descripción físico-técnica con el propósito de poder detectar cualquier efecto a desencadenarse sobre los factores ambientales. En la alternativa de estudio puede ser que se presenten acciones mínimas que no generen efectos significativos, los cuales se obvian.

La selección de las acciones para una determinada alternativa de estudio y la descripción física-técnica de los mismos son básicas para confeccionar la fila de la matriz de interacción y para poder analizar los efectos que se generen sobre los factores ambientales.

Cabe mencionar que en los grandes proyectos de riego conformados por obras hidráulicas de gran envergadura; surge gran cantidad de acciones en la fase constructiva y operativa por lo tanto gran cantidad de efectos negativos.

Factores ambientales afectados

Los factores ambientales considerados en el presente estudio son los receptores de las acciones y donde se inician los efectos primarios. Estos factores no presentan entre ellos duplicidad y son de fácil identificación.

Los factores ambientales de una determinada alternativa de estudio y la selección de las acciones son básicas para confeccionar las columnas y filas de una matriz respectivamente, y para analizar los efectos que se generen de la confrontación de las acciones y factores.

Para el estudio de las alternativas es preciso considerar los factores ambientales descritos en la lista de resultados, en ella se recomienda la información que se desea obtener de cada factor para apreciar su variación.

Las acciones, factores ambientales y efectos se deben analizar y evaluar mediante un grupo interdisciplinario de profesionales especialistas en la rama (geomorfólogos, ingenieros, biólogos, ecólogo, legisladores entre otros) con el fin de seleccionar y recomendar las medidas de control adecuadas y obtener mejores resultados para los estudios a nivel de pre-factibilidad.

Para la conservación de los factores ambientales antes propuesto se tienen que elegir las medidas de control de alternativas para cada efecto. Los efectos y sus medidas se pueden apreciar en la sección de resultados; si el usuario o lector desea saber algo más sobre los factores ambientales tiene que consultar la revisión de bibliográfica.

Lista de efectos ambientales

Para la selección de los efectos ambientales de una alternativa de estudio es necesario confeccionar una matriz de interacción para confrontar las acciones de la alternativa con los factores ambientales del medio; de la confrontación surgen los efectos, los cuales se verifican con la lista de efectos que se encuentra en los resultados, en ellas se pueden apreciar las medidas de control para cada efecto. Si el usuario desea saber más detalles sobre los efectos ambientales y las medidas, puede recurrir en la revisión bibliográfica.

Los efectos negativos seleccionados en el presente trabajo son veinticuatro de los cuales quince corresponden a la fase de operación y mantenimiento, ocho a la fase de construcción y operación, y uno a la fase de construcción; del total de efectos veintidós son reversibles, existen dos efectos que se consideran como irreversibles (la destrucción del patrimonio cultural y la alteración del ciclo hidrológico) la mayoría de los efectos son a largo plazo y pueden ser periódicos con perjuicios en el medio agrícola si no se consideran las medidas de control; los efectos indirectos se generan aguas abajo del proyecto de riego por el posible reúso de las aguas drenadas.

Los efectos seleccionados en el presente estudio tienen mayor incidencia sobre el suelo, cultivo, agua e infraestructura de riego; estos efectos son controlables si se aplican las medidas de control en su debida oportunidad. En la fase de operación es donde ocurre la mayor cantidad de efectos, debido a que es el de mayor duración de tiempo que tiene la obra.

La lista de efectos negativos que se presentan en los proyectos de riego es integral, ya que se han detectado los efectos más relevantes; la descripción de cada efecto es general no se entra en mayor detalle.

Encadenamiento de efectos

En la matriz de interacción no se puede apreciar la relación que existen entre los efectos detectados en un determinado estudio particular, motivo por el cual es necesario confeccionar un encadenamiento de los efectos que será de utilidad para priorizar las medidas de control que se deben aplicar a los efectos. En una red de encadenamiento es posible apreciar los efectos que con frecuencia van a surgir por las acciones iniciales o por causa de otro efecto primario o intermedio.

Predicción de los efectos ambientales

Los modelos de predicción de efectos sirven para evaluar cuantitativamente y analizar los efectos degradantes sobre el medio agrícola y para recomendar las medidas de control ambiental. Del total de efectos mencionados en la lista de resultados se han seleccionado para su evaluación la salinidad y anegamiento, para lo cual se utilizaron los modelos PROSAL (Pérez, 1993), que relaciona la salinidad con la producción de los cultivos y el DRPR (Payen, 1985), que relaciona el problema del drenaje subsuperficial y la producción de los cultivos.

Los resultados que se obtienen de la aplicación de los modelos PROSAL y DRPR en las alternativas de estudio son de utilidad a un nivel de pre-factibilidad, estos modelos requieren información respecto al suelo, cultivos, clima y calidad de agua. Estos modelos cuantifican la producción de los cultivos, o de un cultivo en especial que sea sensible a la salinidad y anegamiento; además incluyen medidas de control de lixiviación de las sales y construcción de drenes superficiales o subsuperficiales respectivamente.

Si los modelos de salinidad (PROSAL) y anegamiento (DRPR) indican producciones de cultivos inferiores a lo normal se puede afirmar a nivel macro la posible generación de efectos negativos sobre el medio agrícola.

Medidas de control

La lista de efectos que se muestran en los resultados presentan una relación de medidas alternativas de control para cada efecto negativo; estas medidas pueden ser preventivas, mitigantes o correctivas.

Según la magnitud del efecto y las acciones que la originan se aplican las medidas. Los efectos a controlar a este nivel de estudio son los de largo plazo y los indirectos; porque son los propensos a provocar problemas en el ambiente agrícola.

Las medidas de control de la lista que aparece en los resultados sirven para que el usuario o lector pueda seleccionar algunas medidas alternativas que considere necesarias según su estudio de caso planteado. La descripción de los efectos y las medidas de control aparecen detalladamente en la revisión bibliográfica; la descripción de las medidas son a un nivel macro, grosero e integral.

Para posteriores estudios se recomienda desarrollar metodologías que permitan incorporar los costos y los beneficios de las medidas de control en el proceso de evaluación de un proyecto a un nivel de pre-factibilidad.

CAPITULO X

ESTUDIO DE CASO

La metodología desarrollada en la presente tesis fue aplicada al proyecto de riego "San Juan de la Maguana" margen izquierda de República Dominicana (PRODAS-MARGEN IZQUIERDA). El estudio es a un nivel de prefactibilidad la cual considera dos alternativas de evaluación de impactos ambientales: la situación actual del proyecto, que cuenta con una infraestructura de riego y drenaje (alternativa I) y la complementación de la infraestructura del sistema de riego, incorporación de tecnologías, conocimientos y modernización del proyecto (alternativa II).

Los puntos a tratarse en el presente estudio de caso corresponden a la caracterización del medio, la descripción de la situación actual del proyecto (alternativa I), la rehabilitación y modernización (alternativa II), cuantificación de efectos salinización y anegamiento, la discusión de resultados y las conclusiones y recomendaciones.

Factores ambientales

Los factores del medio a describirse en el área de influencia del Proyecto de riego son: ubicación, extensión y límites, fisiografía y relieve, geología y geomorfología, clima, hidrología, suelo, vegetación, fauna y drenaje.

Ubicación, extensión y límites

El área de influencia del proyecto está situada en la Provincia San Juan de la Maguana de República Dominicana entre las coordenadas 18°42' a 19°11' de Latitud Norte y 71°06' a 71°33' de Longitud oeste, y está delimitada geográficamente, al norte con el canal principal San Juan - Jínova; al sur, el río San Juan; al este, arroyo Mogollón y río Yábano y al Oeste el río San Juan y la ciudad del mismo nombre. Comprende una superficie 7000 ha. brutas, de las cuales 6000 ha. se consideran aptas para el riego. Ver Figura 13.

Fisiografía y relieve

Los suelos de la margen izquierda presentan un relieve ligeramente inclinado, con pendientes de 1-3 %; y evidencia de erosión laminar de ligera a moderada en surcos y en cárcavas, con suelos moderadamente profundos a profundo, con evidencias de piedras en la superficie (IICA, 1992).

Geología y geomorfología

El valle está constituido por extensas planicies, formadas, en su mayoría, por materiales sedimentados en ambiente marino. Estos materiales pertenecen a diferentes formaciones geológicas, que descansan sobre un material de rocas duras (calizas eocénicas) que corresponden a la formación Abuillot (SEA, 1984).

Las formaciones de San Juan fueron afectadas por fuertes movimientos orogénicos, que contribuyeron a la inclinación de los estrato, en su mayoría

corresponden a las épocas geológicas **eocénica**, **miocénica** y **pliocénica** del terciario. Estudios recientes indican que en el oligoceno, el valle ya había emergido de las aguas marinas (SEA, 1984).

Clima

Los estudios climatológicos han sido efectuados con base en los datos de la estación "San Juan" (Longitud: 71°09'02" - Latitud 18°45'27" altitud aproximada 378 msnm) localizada a 11 km. al este de la ciudad de San Juan, en la carretera a Santo Domingo. La estación contiene registros de datos desde 1968 (IICA, 1992).

Según el método de clasificación de climas de Thornthwaite, el clima de la zona de estudio se identifica como Sub-Tropical (SEA, 1984).

Temperatura

La temperatura anual promedio mensual (período 1968-90) es de 24,9°C, con valores promedios mensuales máximos y mínimos, de 26,0°C y 22,7°C en los períodos Julio-Agosto, Septiembre-Enero, respectivamente (IICA, 1992).

Evaporación

La evaporación promedio anual que registra la estación San Juan es bastante estable, en promedio 1393,34 mm/año, para un evaporímetro tipo "A". El promedio máximo mensual (período 1968-1979) en Julio es de 132,4 mm, y el mínimo en Noviembre de 100,9 mm. Ver Tabla 16.

Tabla 16 Datos meteorológicos de la estación San Juan (1968-1979)

DATOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Precipit. total												
media mensual	mm 3,2	14,2	33,5	49,4	95,4	80,9	55,9	83,6	104,2	104,8	51,9	16,5
Evaporac. total												
media mensual	mm 117,7	106,5	132,1	128,1	113,8	116,0	132,4	119,3	106,8	112,2	100,9	107,5

Fuente: Datos meteorológicos de la Estación San Juan 1993. República Dominicana.

Precipitación

La precipitación promedio media anual de la estación San Juan es de 690,2 mm para el período 1968-1979. Respecto a los valores de precipitación total media mensual registrados se distinguen épocas lluviosas (Abril-Octubre) y seca (Noviembre-Marzo), siendo las máximas de 104,8 mm y 3,5 mm en las épocas respectivas (ver Tabla 17).

Insolación

Se refiere al número real de horas de sol, es función de la nubosidad.

La insolación varía teóricamente entre un máximo de 13,27 horas de sol en el mes de Junio, hasta un mínimo de 11,00 horas en promedio para el mes de Diciembre. Las nubosidades máximas se presentan en los meses de Mayo, Agosto y Septiembre y las medias en Junio y Julio (IICA, 1992).

Humedad Relativa

Los promedios mensuales son estables, habiéndose registrado una humedad relativa que oscila del 67% al 79% durante los últimos 25 años (IICA, 1992).

Huracanes

Las ondas del este crean zonas de viento divergentes y convergentes que son factores importantes en las lluvias en la cuenca hidrográfica del río San Juan (IICA, 1992).

Hidrología superficial

Las aguas drenadas del área de riego y los arroyos Donado, río Jínova, arroyo Mogollón y río Yabano y otros cauces ubicados fuera del área del proyecto fluyen hacia el río San Juan para luego desembocar al río Yaque del Sur (SEA, 1984).

Los caudales del río San Juan presentan escasez debido a la poca precipitación pluvial que registra la zona. Por otra parte la infiltración y evapotranspiración son muy elevadas por las altas temperaturas, que en la mayoría de los casos superan o igualan la precipitación (IICA, 1992).

La calidad de las aguas superficiales de algunos ríos y cauces del Proyecto San Juan de Maguana Margen Izquierda se aprecia en la Tabla 17.

Tabla 17 Análisis de agua en diferentes lugares del Proyecto de Riego San Juan de la Maguana, República Dominicana (Año, 1993).

Cauce	Margen	CR uS/cm	Cationes (meq/l)				Aniones (meq/l)				pH
			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁼	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	
El Rosario, río San Juan		655	2,67	2,11	1,76	0,17	5,00	0,81	0,84	0	7,4
Toma canal. Guanito-San Juan	Derecha	718	2,30	2,67	2,33	0,18	5,00	0,84	1,60	0	7,4
Arroyo Tenguerengue		446	2,67	1,01	0,56	0,10	3,80	0,45	0,39	0	7,1
Confluencia Arroyo Donado y Jínova	Izquierda	444	2,67	1,10	0,40	0,08	3,80	0,27	0,39	0,05	7,4
Arroyo Donado	Izquierda	418	1,84	1,75	0,32	0,08	3,80	0,31	0,31	0,03	7,4
Arroyo Jínova	Izquierda	310	1,93	0,74	0,26	0,07	2,70	0,12	0,24	0,11	7,4
Canal Juan Herrera	Izquierda	305	2,12	0,46	0,26	0,08	2,70	0,21	0,29	0,07	7,8

Fuente: Programa de Calidad de agua del Departamento de Hidrología, del INDRHI. República Dominicana (30-06-93).

Hidrología subterránea

El flujo superficial y subterráneo se dirige hacia el centro del Valle de San Juan, desde la Cordillera Central y la Sierra de Neyba, hasta el río Yaque del sur al este y al río Macasías al oeste. Los factores geológicos sobre el valle están formados por materiales permeables los cuales indican grandes volúmenes de aguas subterráneas, que en la actualidad no están siendo explotados, los cuales se encuentran ubicados al noroeste del Valle (Juan de Herrera) (IICA, 1992).

Según García y Harms (1988), citado por IICA, (1992) las posibilidades acuíferas de la región se encuentran en los depósitos de los ríos cuyos cauces son relativamente jóvenes. Sin embargo, existen pocas posibilidades para la explotación de las aguas subterráneas, por su composición mayoritaria de rocas ígneas impermeables.

Suelos

En la margen izquierda predominan los suelos del orden molisoles, los cuales se caracterizan por la presencia de un horizonte superficial oscuro en color, muy fértil y profundo, con fuerte desarrollo estructural. En menor área existen suelos de orden entisol que se caracterizan por su escaso desarrollo pedogenético y suelos de orden vertisol, que se caracterizan por un elevado contenido de arcilla (35%) de tipo expansible, que provocan el agrietamiento de los suelos en los períodos de sequía (SEA, 1984).

Estos suelos tienen una alta retención de humedad y presentan una reacción (pH) que varía de moderadamente alcalina a alcalina siendo la fertilidad natural alta (IICA, 1992).

Vegetación

La vegetación natural correspondiente al área de riego en su totalidad ha sido eliminada, con el fin de destinarlo a la agricultura y la ganadería (IICA 1992, SEA 1984).

La vegetación nativa del área del proyecto de riego presentan las especies: cambrones (*Prosopis juliflora*), que se utilizan para construcciones de viviendas, postes, horcones u otras necesidades; las *Acacia*, *Guazuma ulmifolia*, *Psidium guajaba*, *Palma cana*, *Cereus* y *Opuntia*; La *Gassia siamaea* es abundante en casi toda la zona, es una especie introducida. Las áreas de guayacán y caoba, fueron extraídas por su valor comercial. En las riberas de los ríos y quebradas la vegetación esta formada por bosques de galería de vegetación alta que incluyen *Hura crepitans*, *Pithecelobium sp.*, *Inga sp.*, *Cordia alliodora*, *Cordia*, *Nivea*, *Sapindus saponaria*, *Spondias mombin*, y *Tabebuia sp.* y especies arbóreas. La madera es utilizada como combustible directo (leña) y para fabricación de muebles y artesanías, son responsables de la destrucción del recurso (Cabeza, 1993).

En los canales de riego y drenes existen especies semiacuáticas como la *Eichornia azurea* y *E. crassipes*, *Hetheranthera sp.*, *Sagitaria sp.* (en lodo) y *Typha sp.* el crecimiento de estas especies altera las propiedades hidráulicas e incrementan las malezas en las áreas de riego (Cabeza, 1993).

El cultivo del área de riego que abarca mayor área de riego es el arroz en la época lluviosa, seguido de la habichuela en la época seca, otros cultivos artificiales que se siembran son: maíz, maní, batatas, yuca, pastos, lechosa, berenjena, ají, patilla, melón y otras hortalizas. Existen huertos familiares de frutales, especialmente cítricos, aguacate, mango, guanabana, etc (Cabeza, 1993).

Fauna

Comprende muchas especies tanto de invertebrados como de vertebrados. En ambos casos hay especies de utilidad para el hombre tal como los animales domésticos y de cría, así como en el control natural y biológico (Cabeza, 1993).

La fauna de invertebrados macroscópicos está compuesta principalmente por artrópodos (aracnidos, insectos, etc), los cuales son abundantes en especies y en individuos. Existen muchas especies que son plagas de los cultivos de la zona, tales como *Spodoptera frugiperda* en gramíneas, aleyroididae en cucurbitáceas, y en cítricos. La fauna de vertebrados silvestres terrestres de la región está constituida por aves, con escasos representantes de los anfibios, reptiles y mamíferos (Cabeza, 1993).

En el área de riego no existen serpientes venenosas y reptiles terrestres pero se asume que existen otros como Squamata (lagartijos). En las diferentes localidades del área del proyecto se observaron la venta de peces, sin embargo no se precisa si son especies autóctonas o introducidas. No se ha reportado información de la existencia de anfibios (Cabeza, 1993).

La fauna tiene incidencia en el sector de salud pública de la población debido a que los vectores de enfermedades, tales como los culicinos, anofelinos, acarina, chinches, cucarachas, moscas y otros causan enfermedades de dengue, encefalitis, tifus, tifoidea, disenterias entre otros. Entre los parásitos están los protozoarios (*Entamoeba histolytica*, *Giardia lamblia*, etc), helmintos (*Taenia solium*, *Ascaris lumbricoides*, *Trichocephalos*, *Oxiurus oxiurus*, etc.) (Cabeza, 1993).

Drenaje

Los suelos del área de riego pertenecen a la asociación Yábano, Peña y San Juan los cuales se caracterizan por ser suelos profundos y bien drenados, predominando la arcilla y el limo en más de un 80%, el relieve es plano siendo el flujo del agua lento, tanto en sentido horizontal como vertical (SEA, 1984. IICA, 1992).

Los problemas de funcionamiento de los drenes naturales del sistema se deben a acumulación de sedimentos, crecimiento de vegetación acuática y presencia de obstáculos artificiales. Del drenaje subsuperficial no se tiene información más detallada (IICA, 1992. SEA, 1984).

Alternativa I

El análisis de la situación actual del proyecto es considerado como la alternativa I. La secuencia de estudio consiste en la descripción de las actividades y acciones del sistema de riego y drenaje en la fase de operación y mantenimiento, la selección de los efectos negativos con la matriz de

interacción, la descripción de los efectos detectados y las medidas de control y el encadenamiento de los mismos.

Descripción de las actividades y acciones del sistema de riego en la fase de operación y mantenimiento

La infraestructura del sistema de riego de San Juan de la Maguana actualmente se encuentra construida, motivo por el cual no se realiza el estudio de la fase de construcción.

La operación consiste en la captación del agua superficial, la conducción, la distribución, la aplicación superficial, el drenaje de las áreas agrícolas, aguas residuales de las viviendas, la mecanización agrícola y el mantenimiento de las obras de infraestructura.

Operación de captación

Este proceso se refiere a la operación del embalse Sabaneta, y la captación en el río San Juan para conducir al canal principal San Juan - Jinova, la operación de captación de esta infraestructura se realiza manualmente.

Operación y mantenimiento de la conducción

La conducción de las aguas es a través de canales en tierra los cuales se encuentran deteriorados. Los productores han ido construyendo canales de conducción y distribución no obedeciendo a los criterios para sectorizar las áreas irrigables, careciendo muchos de éstos de obras de arte.

La operación del sistema no cuenta con los manuales de conservación correspondiente a la infraestructura de riego, como la extracción de sedimentos y plantas acuáticas, corrección de fisuras, revestimiento con mampostería, protección con muros de saco.

Operación de distribución

La infraestructura de riego carece de: obras parcelarias, obras de protección, estructuras reguladoras, tomas de derivación directa, compuertas funcionales, estructuras de control y estructuras medidoras (IICA, 1992).

La operación del sistema no permite una distribución de agua de manera organizada, en términos generales el sistema de riego es operado bajo el criterio de demanda libre debido a la ausencia de calendarios de riego y de siembra no organizada. La problemática en la entrega del agua surgen en épocas de sequía (IICA, 1992).

Operación de aplicación superficial

La aplicación de agua en los predios es por gravedad. Los métodos son principalmente por surcos (habichuela, batata, maíz y sorgo) y cuadros o pozas (arroz), preparados en campo sin criterio técnico. Para la aplicación del agua no se considera las relaciones existentes entre las características del suelo, clima, cultivo y otras características. Es notable ver perfiles de mojado que varían de muy profundos en la parte alta de los predio, a superficiales en la parte baja (IICA, 1992).

Los agricultores riegan los cultivos cuando demuestran pérdidas de turgencias, e incluso cuando llegan al "stress" hídrico, los daños son irreversibles disminuyendo la producción (IICA, 1992).

Drenaje superficial

Las características del relieve y la topografía del área de riego permiten la evacuación de los excedentes de agua mediante el drenaje superficial sin mayores problemas. El río San Juan constituye el colector principal y permite la descarga libre del sistema de drenes naturales.

El drenaje parcelario está constituido por pequeñas zanjas provisionales. La inadecuación de los cauces ha provocado algunos inconvenientes al libre flujo del agua, principalmente en la época de lluvia (IICA, 1992. SEA, 1984).

Las aguas fecales humanas evacuadas por las viviendas del poblado de San Juan y residuos de la fábrica de canaletas contaminan los cauces naturales del área de riego. Existe en el área una planta de tratamiento de aguas servidas que en la actualidad no se encuentra en funcionamiento. Según algunas informaciones, con estas aguas servidas se están regando cultivos de arroz.

Operación de labores culturales (manual y mecanizada)

En el área del proyecto las labores culturales se realizan manual y mecánicamente o la combinación de ambos. La mecanización agrícola tiene como fin movilizar diferentes tipos de maquinarias para realizar la preparación de tierras, siembra, cosecha y aplicación de agroquímicos.

La preparación de tierras se realiza con rastras accionadas por tractores agrícolas o con tracción animal (bueyes), en la actualidad en épocas inapropiadas, con equipos inadecuados, en terrenos húmedos y con siembras inmediatas a la preparación del suelo (IICA, 1992).

La siembra del arroz y habichuela se realiza mecánicamente, con sembradoras de un solo chorro movidas por tracción animal, la cosecha de la batata es con arado de tracción animal lo cual es conveniente para la conservación de las propiedades físicas de los suelos (IICA, 1992).

La aplicación de agroquímicos la realizan un 90% los agricultores, no cumpliéndose los requisitos de medidas de prevención contra la salud; las plagas y enfermedades no son eliminados en su totalidad (IICA, 1992).

Matriz de interacción de la fase de operación y mantenimiento del proyecto de sistema de riego

La matriz está compuesta por columnas y filas. Las filas se refieren a las actividades y acciones, y las columnas a los factores ambientales.

A partir de la matriz de doble entrada se identificaron los efectos mediante la interacción de las acciones del proyecto y los factores ambientales. En la Tabla 18 se muestra con un asterisco el lugar donde ocurre el efecto. Tales efectos son los siguientes:

Tabla 18. Matriz de Operación y Mantenimiento. Alternativa I.

		CARACTERIZACION DEL MEDIO								
		FISIOGRAFIA Y RELIEVE	GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA	CLIMA	HIDROLOGIA		SUELOS	VEGETACION	FAUNA	DRENAJE
					SUPERFICIAL	SUBTERRANEA				
O P E R A C I O N E S	OPERACION DE CAPTACION									
	. Accionamiento manual de compuertas San Juan e				.		.	.		
	. Limpieza de árboles, malezas y sedimentos						.			
	. Mantenimiento de equipo mecánico			.	.					
	OPERACION DE CONDUCCION DE CANALES REVESTIDOS									
	. Llenado								.	
	. Operación de caudal de diseño					.		.		
	. Limpieza y mantenimiento							.	.	
	OPERACION DE DISTRIBUCION									
	. Programación del flujo			.	.		.	.
	. Operación de estructuras (rotómetros, partidores, etc.)				.		.			
	OPERACION DE APLICACION SUPERFICIAL									
	. Accionamiento de estructuras en el predio				.		.			.
	. Afianzamiento de canales				.					
	. Aplicación de agua		.		.	.	.			.
	DRENAJE SUPERFICIAL									
	. Evacuación de excedentes				.	.				.
	. Conducción		.		.	.				
	. Limpieza manual de drenes						.	.		
	LABORES CULTURALES									
. Operación de preparación de tierras						.		.		
. Operación de siembra						.	.		.	
. Operación de abonado, control de malezas e insectos			.	.		.	.	.	.
. Operación de cosechas						.	.			

1. Sedimentación de canales
2. Salinización
3. Toxicidad
4. Reducción de la velocidad de infiltración
5. Alteración de las propiedades físicas de los suelos
6. Contaminación de suelos por agroquímicos
7. Contaminación de aguas superficiales
8. Alteración del Ciclo hidrológico
9. Anegamiento
10. Disminución de la eficiencia de riego del Proyecto de Riego
11. Salud Pública
12. Aumento de niveles de ruido
13. Alteración de calidad del aire

Descripción de efectos y medidas

La lista de efectos anteriormente detectados se describe detalladamente con sus respectivas medidas control.

Sedimentación de canales.

La sedimentación de los canales de conducción se refiere al canal principal San Juan (antiguo) y los laterales del A al J y sus ramificaciones. Esto es provocado por los sedimentos provenientes de la cuenca aguas arriba de la presa Sabaneta y cuenca media. Este efecto trae consigo otros efectos como el crecimiento de malezas, enfermedades y la alteración de las propiedades hidráulicas de los canales. Estos canales van acompañados de caminos cuyos taludes muchas veces se deterioran por las lluvias y por el tráfico, provocando la sedimentación de los canales. Existe la posibilidad que se provoque erosión al momento de aplicar el agua en el predio debido a una mala nivelación del terreno y carencia de método de riego. En los drenes superficiales es posible que el efecto sea similar a los canales de riego.

Medidas

- Revegetación de áreas críticas desforestadas o desnudas contra efectos de lluvias en taludes de caminos, canales y drenes en corte.
- Diseño y construcción de canales y drenes con características hidráulicas no erosivas, caídas (pendiente adecuada).
- Para amortiguar la energía erosiva se construyen caídas y rápidas.
- Revestimiento de canales de riego y acequias.
- Operación del sistema de riego, según las condiciones topográficas del terreno (melgas, surcos y curvas de nivel).
- Construcción de desarenadores en obra de captación del canal San Juan
- Nivelación de tierras bajo riego.
- Operación y limpieza de los canales, drenes y obras de arte. El control del crecimiento de malezas se deben de realizar una o dos veces al año. La limpieza de sedimentos se realiza dos veces al año.

Para realizar las actividades de conservación del sistema de riego se requiere un inventario de las obras actualmente construidas.

Salinización

La calidad de agua del canal principal San Juan, según la FAO (1987) no representan ningún grado de restricción de uso de agua por salinidad, ya que el CE es de $\emptyset,65$ dS/m. Actualmente el arroyo Tenguerengue riega las áreas ubicadas en el Corral de los Indios; la calidad de estas aguas no representan ningún grado de restricción de salinidad, el cual es de $\emptyset,45$ dS/m.

Toxicidad

Según FAO (1987) el grado de restricción de uso por toxicidad de las aguas de riego del Canal San Juan y del Arroyo Tenguerengue no presentan problemas de toxicidad a los cultivos por sodio, cloro y boro.

El río Jínova presenta problemas de calidad de agua por contenido de nitrógeno de ligera a moderada ya que se encuentran entre los valores de 5 a 30 mg/l. El canal principal San Juan, Tenguerengue y confluencia arroyo Donado y río Jínova presentan pH entre 7,1 y 7,8 los cuales son normales.

Reducción de la velocidad de infiltración

La calidad de agua del canal principal San Juan, según FAO (1987) representa un grado de restricción de uso de agua de ligera a moderada por Infiltración ya que el RAS es de $\emptyset,26$. El arroyo Tenguerengue también representa problemas de infiltración ya que el RAS es de $\emptyset,5\emptyset$.

Medidas

- Químicos: aplicación de yeso, aplicación de ácido sulfúrico y mezcla de aguas
- Mecánicos: labranza y residuos orgánicos
- Otros: frecuencia de riegos, riegos de presiembra, duración de riegos y cambios de sistema de riegos.

Alteración de las propiedades físicas de los suelos

El accionamiento de las maquinarias agrícola y la tracción animal es realizado por bueyes para la siembra del arroz. Según estas acciones cabe la posibilidad de alterar las propiedades físicas de los suelos como la permeabilidad, porosidad, y densidad aparente; se recomienda obtener información de las propiedades físicas para cuantificar este efecto. La tracción animal conserva las propiedades físicas de los suelos.

Medidas

- Menor número de pases de maquinarias.
- Labranza conservacionista.
- Rotación de cultivos.

Contaminación de suelos por agroquímicos

Este es un efecto que tiene incidencia en la calidad de los cultivos y en las alteraciones de la flora y fauna. Para la comprobación de este efecto se recomienda tener pruebas o realizar estudios de contenido de agroquímicos en los cultivos y suelos.

Medidas

- Dosis adecuada de agroquímicos en los campos de cultivo.
- Cumplimiento de las recomendaciones antes y después de aplicación de agroquímicos.

Contaminación de aguas superficiales

En el área del proyecto existe la posibilidad de que se contaminen las aguas superficiales con efluentes de viviendas cercanas a San Juan de la Maguana o Juan Herrera, de las fábricas de pilado de arroz y la fábrica de canaletas. La planta de tratamiento de aguas servidas del poblado de San Juan de la Maguana no se encuentra en funcionamiento, motivo por el cual el río San Juan está recibiendo aguas contaminadas.

Medidas

- Tratar las aguas de: drenaje agrícola, viviendas, residuos del pilado del arroz y de fábrica de canaletas.
- Analizar las aguas (físicos, químicos, biológicos, bioquímicos y biocidas).

Alteración del ciclo hidrológico

Este efecto ocurre según la operación de los caudales de abastecimiento. El dique San Juan actualmente opera un caudal menor del 6,5 m³/sg; el río San Juan lleva un caudal medio mensual de 9,0 m³/sg. la diferencia de estos caudales es de 2,5 m³/sg el cual es óptimo para conservar la flora y fauna ribereña, aguas abajo del proyecto.

Medidas

- Diseñar el proyecto adaptado al medio natural.
- Conservar el caudal ecológico.
- Realizar estudios hidrológicos.

Anegamiento

Actualmente este efecto en combinación con la salinidad está provocando pérdidas de 300 ha/año con una reducción del 50% de la producción, en la margen derecha del proyecto. Este efecto se deben a la aplicación de agua adicional que necesita el arroz, filtraciones en canales sin revestir y drenes, elevación de los niveles freáticos de los acuíferos (IICA, 1992). En el área del proyecto no existe este efecto de anegamiento y salinización pero es un efecto potencial latente aguas abajo del dique Donado y Jínova.

Medidas

Si ocurren en el trascurso de la operación son:

- Instalación de una red de pozos de observación en el área del proyecto.
- Revestimiento de los canales principales.
- Recubrimiento de los canales secundario y terciario, y acequias de los predios.
- Elevación de la eficiencia de aplicación para el cultivo del arroz.
- Evacuación de excedentes sin sobrecargar el sistema de drenaje.

- Drenaje con sistemas de bombeo.
- Selección de cultivos tolerantes.

Disminución de la eficiencia de riego del proyecto de riego

Actualmente la eficiencia de riego del proyecto es de 15%; este efecto se debe a fallas durante la conducción, distribución, aplicación de las aguas y la operación y mantenimiento de los canales de riego (IICA, 1992).

Medidas

- Aplicar metodologías de distribución del agua.
- Realizar pruebas para obtener las eficiencias de conducción en canales sin revestir.
- Realizar experimentos de campo para elevar la eficiencia de aplicación de los cultivos, en especial del arroz.
- Revestir canales en tierra.
- Operar y manter (limpieza) el sistema de riego de manera mecánica o química.
- Nivelar las tierras para el riego.

Salud pública

La Secretaria de Estado de Salud y Asistencia Social señala una elevada incidencia de casos de enfermedades infecciosas, parasitarias y respiratorias en la Provincia de San Juan y en los municipios San Juan y Juan Herrera son enfermedades diarreicas agudas (EDA), infecciones respiratorias agudas (IRA), fiebre tifoidea, enfermedades venéreas y enfermedades de origen viral o bacteriano.

Las acciones causantes de estas enfermedades se deben a la calidad de agua de consumo, humo, polvo, niveles de ingreso, condiciones de higiene, disposición de excretas, aguas servidas, basuras, vectores de enfermedades, niveles nutricionales entre otros. Las acciones provocadoras de estas enfermedades son difíciles de detectar, siendo necesario, para su tratamiento, realizar un análisis integral.

Medidas

- Controlar la calidad de agua para consumo humano.
- Tratar las aguas servidas y excretas.
- Instalar letrinas.
- Control de la natalidad
- Dotar de viviendas adecuadas para la población.
- Evitar comer mariscos con concha (sin hervir).
- Detectar y tratar a los portadores de enfermedades y vacunación.
- Educación sexual para todos los sectores de la población
- Campaña de educación sobre higiene.
- Eliminar recipientes y chatarras abandonadas.
- Prevenir y corregir las filtraciones excesivas en canales y drenes, para impedir el estancamiento de aguas estancadas.
- Preparar informes periódicos especiales con propósitos de difusión de medidas de prevención de enfermedades.

Aumento de niveles de ruido

Este efecto se debe por la extracción y transporte de material de préstamo para la construcción de canaletas, accionamiento de maquinarias agrícolas, pilado de arroz y funcionamiento de fábrica de canaletas. Este efecto de vibración puede traer consecuencia a la arqueología del lugar.

Medidas

- Limitar las velocidades de las maquinarias agrícolas.
- Construir barreras acústicas.
- Adaptación de barreras naturales (vegetación).
- Mediciones de los niveles de ruido.

Alteración de calidad del aire

Este efecto se genera en la cantera Hato viejo por la extracción de material, que perjudican en cierta manera al poblado de San Juan de la Maguana. Otra acción es la aplicación de agroquímicos de manera manual o mecánica. La calidad del aire puede afectar a la arqueología del lugar.

Medidas

- Concentrar y retener contaminantes con equipos instalados en maquinarias (polvo, humo).
- Aplicar agroquímicos según patrón climatológico.
- Cumplir la legislación ambiental.
- Analizar la calidad del aire.

Encadenamiento de efectos

El análisis para el encadenamiento de efectos está compuesto por las actividades de la fase de operación y mantenimiento que son generadoras de acciones y éstas a la vez de efectos que en su totalidad son trece. En la Figura 14 se puede apreciar el encadenamiento de éstas y los efectos iniciales, intermedios y finales.

Alternativa II

El análisis de esta alternativa tiene como finalidad la construcción de la infraestructura de riego y la modernización del proyecto. Seguidamente se describen las actividades, acciones en la fase de construcción, uso de la matriz de interacción, selección de los efectos negativos, descripción de los efectos y medidas de control y el encadenamiento de los mismos.

Descripción de las actividades y acciones del sistema de riego de la fase de construcción

La fase de construcción del sistema de riego está compuesta por diferentes actividades y acciones, las actividades consideradas son: extracción de material de préstamo, obra de captación (Dique Donado y Jinova), canales revestidos, caminos y obras de arte, drenes y obras de Arte y canaletas prefabricadas.

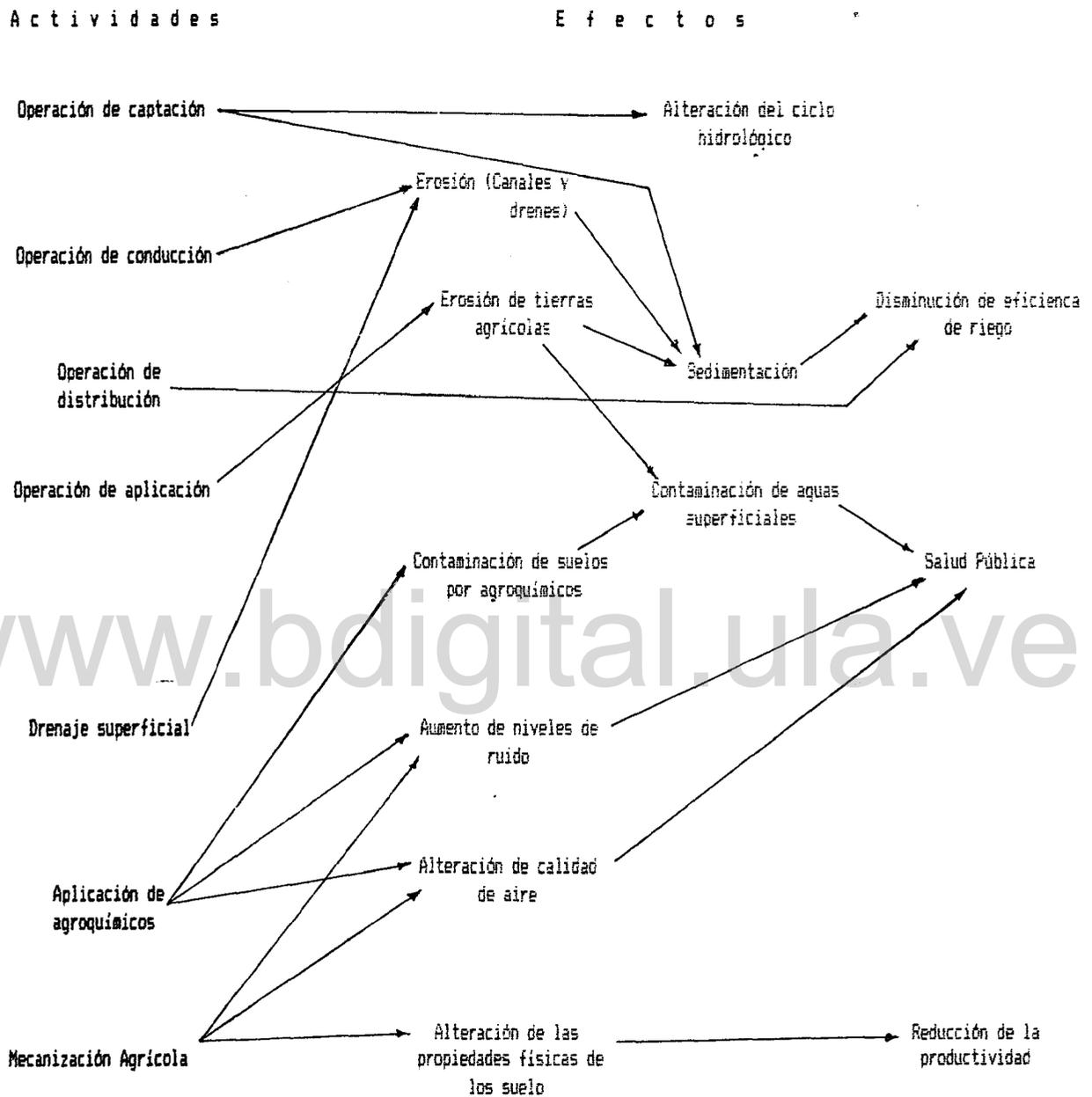


Figura 14. Encadenamiento de efectos de la fase de operación y mantenimiento del Proyecto de riego San Juan de la Mañana. Alternativa I.

Extracción de material de préstamo

Esta actividad esta compuesta por acciones de deforestación, despeje y limpieza, y extracción y transporte de material de préstamo.

La deforestación, despeje y limpieza son acciones iniciales para la extracción de materiales. Estos materiales serán destinados a la fabricación de canaletas y revestimiento de canales. Es lógico suponer que en el ámbito del proyecto se ubiquen diferentes sitios de extracción.

La extracción y transporte de material de préstamo, son acciones que se realizan con maquinarias pesadas. El transporte de los mismos se realizará con volquetes que transitarán por los centros poblados.

Obra de captación (Dique Donado y Jinova)

Esta actividad está compuesta por diferentes acciones como son: la deforestación, despeje, limpieza y eliminación de la defensa del río; excavación del lecho del río, construcción de campamentos temporal y construcción de las obras de captación.

La deforestación, despeje, limpieza y eliminación de la defensa del río son las primeras acciones ha realizarse en las riberas de la confluencia de los cauces Donado y Jinova. Estas labores se realizarán con maquinarias pesadas y manualmente.

La excavación del lecho del río y la desviación de los cauces naturales consiste en realizar movimiento de tierras del nuevo cauce, para lo cual se realizarán acciones de deforestación.

La construcción de los campamentos temporales tiene como fin el almacenamiento de materiales y maquinarias; no estará habitado por trabajadores debido a que se pueden trasladar al poblado de San Juan de la Maguana que se encuentra a poca distancia.

La construcción de los componentes de las obras de captación están conformada por un cimacio, bocal de captación, canal de limpia, desarenador, despedrador y muros de encauzamiento. Después del desvío del río se construirán las obras civiles para lo cual se evacuarán los niveles freáticos con bombas, luego se excavará, encofrará y se realizará el vaciado del concreto.

Canales revestidos, obras de arte y caminos de acceso

Esta actividad está compuesta por diferentes acciones como son: replanteo topográfico, deforestación, despeje y limpieza, caminos de acceso, excavación y transporte, construcción de canales, caminos y obras de arte.

Los canales y caminos adyacentes consisten primeramente en realizar acciones de replanteo topográfico, deforestación, despeje y limpieza de las franjas donde se construirán los canales y caminos. Estas acciones se realizan manual o mecánicamente. La excavación de los canales y la conformación de caminos, necesita de la construcción de otros caminos de acceso para el traslado del personal, maquinarias y materiales de construcción.

La excavación, el relleno y transporte para la conformación de los canales y caminos, el traslado del cemento, material de filtro y hormigón son acciones previas para realizar el revestimiento de los canales y obras de arte. Es recomendable trasladar el material sobrante para que no se incorporen al canal por acción de la lluvia.

La construcción de canales, caminos y obras de arte (tomas laterales y parcelarias, caídas, puentes de losa, desagüe de excedencias, flumes y drenes interceptores) está conformada por acciones de excavación de terraplén, colocación de malla de acero estructural, del material de filtro compactado en las caídas u otra estructuras de arte, compactación del material, colocación de juntas de separación y vaciado de concreto para el revestimiento de canales y bermas de los caminos.

En total los canales revestidos y caminos de acceso son los siguientes:

San Juan - Jinova	Ø + 000	a	10 + 400
Lateral D	Ø + 000	a	10 + 730
Lateral H	Ø + 000	a	Ø + 400
"	Ø + 200	a	1 + 200

Drenes y obras de arte

Las acciones previas son replanteo topográfico, deforestación, despeje y limpieza; construcción de los caminos de acceso; excavación y transporte; construcción de drenes y gaviones similares a las realizadas para la construcción de canales, la diferencia es que no son revestidos.

El replanteo topográfico, deforestación, despeje y limpieza son acciones previas al escavado de los cauces naturales. Tiene como fin adecuar el terreno para el funcionamiento de las maquinarias que realizarán la ampliación y limpieza de los drenes naturales.

La construcción de los caminos de acceso para el traslado de los trabajadores de campo, maquinarias y materiales para la construcción de obras de arte, son acciones previas a la construcción de los drenes.

El transporte de material granular, canto rodado y excavación de material no apto para el dren son acciones que se realizan con maquinarias pesadas para la construcción de obras de arte, gaviones y drenes respectivamente.

La construcción de drenes y gaviones consiste en la desviación de cauces naturales, excavación de los drenes naturales, colocación de materiales de filtro en las obras de arte, selección de canto rodado para la colocación en la malla de gaviones. En muchas ocasiones se tienen que desviar los cauces naturales.

Para el dimensionamiento del sistema se ha considerado las precipitaciones de lluvias máximas. El sistema principal de drenaje del proyecto considera la construcción de aproximadamente 37 km de drenes, para cubrir las 6000 ha. Para la construcción del sistema secundario, terciario y parcelario se requieren realizar estudios de topografía más detallada para complementar los diseños (IICA, 1992).

El sistema de drenes proyectado plantea la rehabilitación y encauzamiento y en algunos casos la ampliación de la capacidad del drenaje existente. Seguidamente se muestra el dren y su longitud.

Características del sistema de drenaje existente

Dren	Longitud (m)
Mogollón	4369
Cabilma	4180
Donao I	2250
Donao II	1780
Tenguerengue	1570
Lavapie	2180
San Juan	1673
Cienega	6720
Cuenda	3690

Fuente: IICA, 1992.

Canaletas Prefabricadas

Esta actividad esta compuesta por las acciones de excavación, transporte de material y construcción de canaletas, caminos de acceso y campamentos, para el traslado de canaletas y colocación de los mismos.

Excavación de material en la cantera y el transporte hacia la fábrica de canaletas, son acciones donde entran en funcionamiento las maquinarias y movimiento de trabajadores en las canteras y fábricas.

La construcción de canaletas son elaborados de acuerdo a los caudales a conducir la longitud total de canaletas es de 106.9 Km (IICA, 1992). Actualmente se elaboran estos tipos de canaletas en la fábrica del INDRHI. La incorporación de canaletas tiene como finalidad la disminución de los costos de construcción y elevación de la eficiencia de riego.

La construcción de campamentos tiene como finalidad guardar las canaletas, maquinarias y otros equipos; los caminos de acceso, el traslado de las canaletas.

El replanteo topográfico, la deforestación, el despeje y limpieza son acciones previas para el colocado de las canaletas. La colocación de canaletas y obras de arte provocan acciones de excavación manual en las bases donde se ubicarán los apoyos y las obras de toma. El caudal de entrega está en función de la pendiente y la sección de la canaleta.

Matriz de interacción de la fase de construcción del proyecto de sistema de riego

La matriz está compuesta por columnas y filas. Las filas se refieren a las actividades y acciones, y las columnas a los factores ambientales.

A partir de la matriz de doble entrada se identificaron los efectos

mediante la interacción de las acciones del proyecto y los factores ambientales. En la Tabla 19 se muestra con un asterisco el lugar donde ocurre el efecto. Tales efectos son los siguientes:

1. Erosión
2. Alteración de la flora, fauna, hábitats y relaciones tróficas (ecosistema).
3. Alteración de la calidad del aire
4. Daños a la arqueología
5. Alteración al cronograma de ejecución de obras
6. Aumento de niveles de ruido
7. Desviación de cauces naturales
8. Contaminación de aguas superficiales
9. Salud pública
10. Asentamiento de suelos
11. Alteración del ciclo hidrológico
12. Impacto visual y estético

Descripción de efectos y medidas

Los efectos seleccionados con la matriz de interacción se describen con sus respectivas medidas de control.

Erosión

La deforestación de las canteras de préstamo para la extracción de materiales dejan descubierto los suelos que son erosionados por la acción de las lluvias. Esta acción natural también provoca erosión en los terraplenes, laderas de caminos, canales, drenes y cauces durante la construcción de la obra de captación Donado - Jínova los efectos posteriores es la sedimentación.

Medidas

- Revegetar áreas críticas desforestadas o desnudas contra efectos de lluvias.
- Organizar en lo posible los movimientos de maquinarias según curvas de nivel, para evitar la formación de regueros en las canteras y obras hidráulicas.
- Diseñar y construir canales y drenes con características hidráulicas no erosivas (pendiente).
- Revestir los canales de riego.
- Respetar los drenajes naturales.
- En carreteras: suavizar la pendiente de los terraplenes y taludes; impermeabilizar o reforestar los taludes.
- Proteger cauces de ríos en caso de dique Donado-Jínova.
- Construir desarenadores en obras de captación.
- Construir trampas de sedimentos.

Alteración de la flora, fauna, hábitats y relaciones tróficas

Este efecto se debe a las acciones de extracción de materiales de préstamo en las canteras, a la deforestación, despeje y limpieza y para la construcción de la obra captación (Donado-Jínova), y de los canales revestidos, caminos y colocación de canaletas.

Tabla 19. Matriz de Construcción. Alternativa II.

		CARACTERIZACION DEL MEDIO								
		FISIOGRAFIA Y RELIEVE	GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA	CLIMA	HIDROLOGIA		SUELOS	VEGETACION	FAUNA	DRENAJE
					SUPERFICIAL	SUBTERRANEA				
C O N S T R U C I O N	EXTRACCIÓN DE MATERIAL DE PRÉSTAMO									
	• Deforestación, despeje y limpieza	.	.				.	.
	• Extracción y transporte de material de préstamo			.	.		.	.
	OBRA DE CAPTACIÓN									
	• Deforestación, despeje y limpieza				.		.	.		
	• Excavación del lecho y desvío del río		.		.	.		.	.	.
	• Campamento temporal				.					
	• Construcción de componentes de obra de captación		.		.					.
	CANALES REVESTIDOS, OBRAS DE ARTE Y CAMINOS DE ACCESO									
	• Replanteo topográfico, deforestación, despeje y limpieza		.		.			.	.
	• Caminos de acceso y traslado de maquinarias			.			.			
	• Excavación y transporte de material para canal y camino		.				.			.
	• Construcción de canal y caminos y obra de arte		.		.		.	.		.
	DRENES Y OBRAS DE ARTE									
	• Replanteo topográfico, deforestación, despeje y limpieza						.	.		
	• Caminos de acceso y traslado de maquinarias			.					.	
	• Excavación y transporte de material	.	.	.			.	.		.
• Construcción del dren y gaviones		.		.		.			.

Tabla 19. Matriz de Construcción. Alternativa II (Continuación).

		CARACTERIZACION DEL MEDIO								
		FISIOGRAFIA Y RELIEVE	GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA	CLIMA	HIDROLOGIA		SUELOS	VEGETACION	FAUNA	DRENAJE
					SUPERFICIAL	SUBTERRANEA				
C O N S T R U C I O N	CANALETAS PREFABRICADAS									
	. Excavación y transporte de material desde cantera a fábrica de cañales	.	.	.			.	.	.
	. Construcción de cañales			.	.		.			
	. Caminos de acceso, construcción de campamentos y traslado de cañales		.	.				.	.	.
	. Replanteo topográfico, deforestación, despeje y limpieza				.		.	.	.
	. Colocación de cañales y obras de arte		.				.	.		

Medidas

- Respetar drenajes naturales
- Proteger el ecosistema natural
- Proteger el habitat y fauna de riberas
- Tomar en cuenta las consideraciones ecológicas en el trazado de canales.

Alteración de la calidad del aire

Este efecto se produce por el accionamiento de maquinarias para la extracción y transporte del material de préstamo, construcción de canales y diques (Donado-Jínova), traslado de maquinarias, colocación de canaletas. Para verificar el daño que ocasionan estos efectos a la salud de los trabajadores, habitantes de los poblados, la flora, fauna y arqueología se sugiere realizar muestreos de calidad de aire.

Medidas

- Concentrar y retener los contaminantes con equipo instalado en las maquinarias (polvo, humo).

Daños a la arqueología

Conforme se estén construyendo los canales, colocando canaletas y explotando canteras es posible que se descubran zonas arqueológicas. La evidencia de estas zonas es por la presencia del "corral de los indios".

Medidas

- Diseño y construcción de canales con el fin de no alterar las obras de interés y/o preservación.
- Construcción de obras de arte (sifones, acueductos, etc) para no dañar áreas preservadas.
- Excavación para el salvamento de material arqueológico.
- Realización de estudios de proyección arqueológicos.
- Entrenamiento a obreros de construcción para detectar valores arqueológicos.
- Suspensión de trabajos y solicitud de apoyo al Museo de Historia Natural (MHN).

Alteración al cronograma de ejecución de obras

Actualmente existe una cantera en funcionamiento que es Hato Viejo, que ha causado ciertos conflictos con la población y provocado la paralización de las obras.

Medida

- Prever retrasos en las actividades pre-establecidas.

Aumento de niveles de ruido

Este efecto es consecuencia del accionamiento de maquinarias para la extracción y transporte de materiales de préstamo de la cantera Hato Viejo y otras canteras posibles a explotar. Otras acciones generadoras de ruido son las

fábrica de canaletas, obras de captación (Donado-Jínova), canales revestidos y drenes.

Medidas

- Limitaciones de velocidad de maquinarias y volquetes.
- Barreras acústicas.
- Dispositivos de absorción (silenciadores) incorporados en las maquinarias.
- Uso de tapones u orejeras para los trabajadores.
- Mediciones de ruidos

Desviación de cauces naturales

Este efecto es posible que ocurra conforme se construyan los canales revestidos (cajas de canales), caminos, drenes, canaletas y obras de captación. La desviación de cauces naturales provocan efecto negativos a la flora y fauna de los cauces.

Medidas

- Respetar los cauces naturales o adecuar la construcción de canales y drenes al medio natural.
- Ubicar materiales y excavado que no afecten los cauces naturales subsuperficiales.

Contaminación de aguas superficiales

Este efecto es consecuencia de la construcción de las obra de captación (Donado-Jínova), canales, drenes, obras de arte y gaviones durante la construcción de canaletas. La contaminación de las aguas superficiales perjudican a los usuarios aguas abajo del proyecto como son las poblaciones u otros sistemas de riego.

Medidas

- Organizar movimiento de maquinaria para no provocar turbidez (obra de captación, drenes y canales).
- Monitoreo de calidad de aguas
- Ubicación de materiales y excavado que no afecten los cauces naturales y subsuperficiales.
- Acumulación de aguas residuales de la fábrica de canaletas.

Salud pública

Actualmente las enfermedades prevalentes en el área del proyecto son: diarreicas agudas (EDA), infecciones respiratorias agudas (IRA), fiebre tifoidea, venéreas, de origen viral o bacteriano, esto se deben al consumo de agua de mala calidad, al humo, polvo y problemas de saneamiento entre otros. Es posible que los trabajadores foráneos en la fase de construcción trasladen enfermedades a estos lugares, o que las familias sean contaminadas.

Medidas

- Instalar centros de prevención en los lugares de construcción para los

trabajadores y familias.

- Vigilar infecciones de la mano de obra foránea y local
- Evitar contaminación del aire y agua por excretas
- Construir letrinas y sitios de disposición de escombros y desechos.
- Vacunar preventivamente contra enfermedades hídricas.

Asentamiento de suelos

Este efecto trae consigo el agrietamiento de las obras físicas como la obra de captación (Donado-Jinova), canales revestidos, obras de arte, apoyo en las canaletas. La alteración de las obras físicas disminuyen la eficiencia de conducción.

Medidas

- Compactar los suelos, antes de la construcción de la infraestructura de riego en canales revestidos, obras de arte y colocación de canaletas apoyos.
- Realizar estudios geológicos y geotécnicos.
- Evitar construir obras de riego o revestimiento en suelos expansibles (montmorillonita, illita, caolinita).

Alteración del ciclo hidrológico

La construcción de obras hidráulicas de captación Donado-Jinova, canales revestidos y caminos, modificación de drenes naturales, construcción de acequias de riego y drenaje en el predio y la colocación de canaletas, son acciones que cambian el rumbo de los ríos o cauces naturales.

Medidas

- Adaptación del proyecto al medio natural, para el riego y para la evacuación de excedentes.
- Conservación del caudal ecológico en la obra de captación (Jinova - Donado).
- Reformas legales.
- Estudios hidrológicos.

Impacto visual y estético

Este efecto surge en el trazo y construcción de las obras de captación, conducción, distribución (laterales y ramificaciones del canal San Juan del A a la J), caminos, viviendas, campamentos, posibles agroindustrias y abandono de canteras explotadas. Este efecto tiene incidencia sobre los pobladores del proyecto y visitantes.

Medidas

- Adaptación del proyecto a una adecuada visibilidad.
- Recuperación e integración en el medio circundante en canteras.
- Protección de áreas de importancia (arqueología).
- Puentes de paso en canales drenes o cauces naturales.
- Creación de hábitats para el esparcimiento de la población.
- Traslado de escombros sobrantes abandonados por las construcción de canales, caminos, drenes y canaletas.

Encadenamiento de efectos

El análisis para el encadenamiento de efectos está compuesto por las actividades de la fase de construcción que son generadoras de acciones y éstos a la vez de efectos que en su totalidad son doce. En la Figura 15 se puede apreciar el encadenamiento de éstos y los efectos iniciales, intermedios y finales.

Descripción de las actividades y acciones del sistema de riego en la fase de operación y mantenimiento

IICA (1992) manifiesta que en esta alternativa se desea incorporar tecnologías para elevar el incremento de la producción a medida que avanza esta fase, como es el manejo del agua, preparación del suelo, introducción de material genético, siembra, aplicación de agroquímicos y cosecha.

Esta fase está compuesta por diferentes actividades y acciones. Las actividades ha describirse son las siguientes: operación de captación, operación de conducción, operación de distribución, aplicación superficial, drenaje superficial y labores culturales.

Operación de captación

Esta labor está a cargo de un tomero que debe operar las estructuras de inmediato si ocurrieran los eventos inesperados. Las obras de captación se encuentran en el canal San Juan y en la confluencia del arroyo Donado y río Jínova. El caudal a captar en la toma San Juan es de $6.5 \text{ m}^3/\text{seg}$, la otra obra del Donado-Jínova tiene como finalidad captar los caudales de dichas corrientes y los excedentes de riego de los sectores situados aguas arriba (Jínova, los montones y el corral de los Indios).

En las bocatomas la operación de las ventanas de captación (compuertas) y el desarenador deben ser armónico y complementario, para evitar el acarreo de sólidos. En las épocas de crecida, las compuertas deben permanecer cerradas totalmente para evitar entrada de sedimentos y arrastre de arbustos (Silva, 1972).

Operación de conducción

El canal de conducción de San Juan tiene una capacidad de conducción de $6,5 \text{ m}^3/\text{seg}$. Este canal no garantiza el riego en época de estiaje, lo que implica aprovechar al máximo las fuentes disponibles de agua. La eficiencia de conducción es de 85% durante las 24 horas y las del sistema secundario es del 73% (IICA, 1992). El dique Donado-Jínova abastecerá dos canales: lateral D (margen derecha), y el lateral H (margen izquierda).

Los efectos negativos que se presenta en la operación de canales revestidos es la sub-presión que tiende a levantar las estructuras hidráulicas; para aliviar estas presiones se instalan agujeros en los canales revestidos y losas (Silva, 1972).

La operación del vaciado rápido del canal origina desequilibrios de fuerzas sobre las losas lo que da lugar a fallas en el revestimiento. La velocidad del agua en los canales revestidos debe ser menor de 1 m/s para evitar

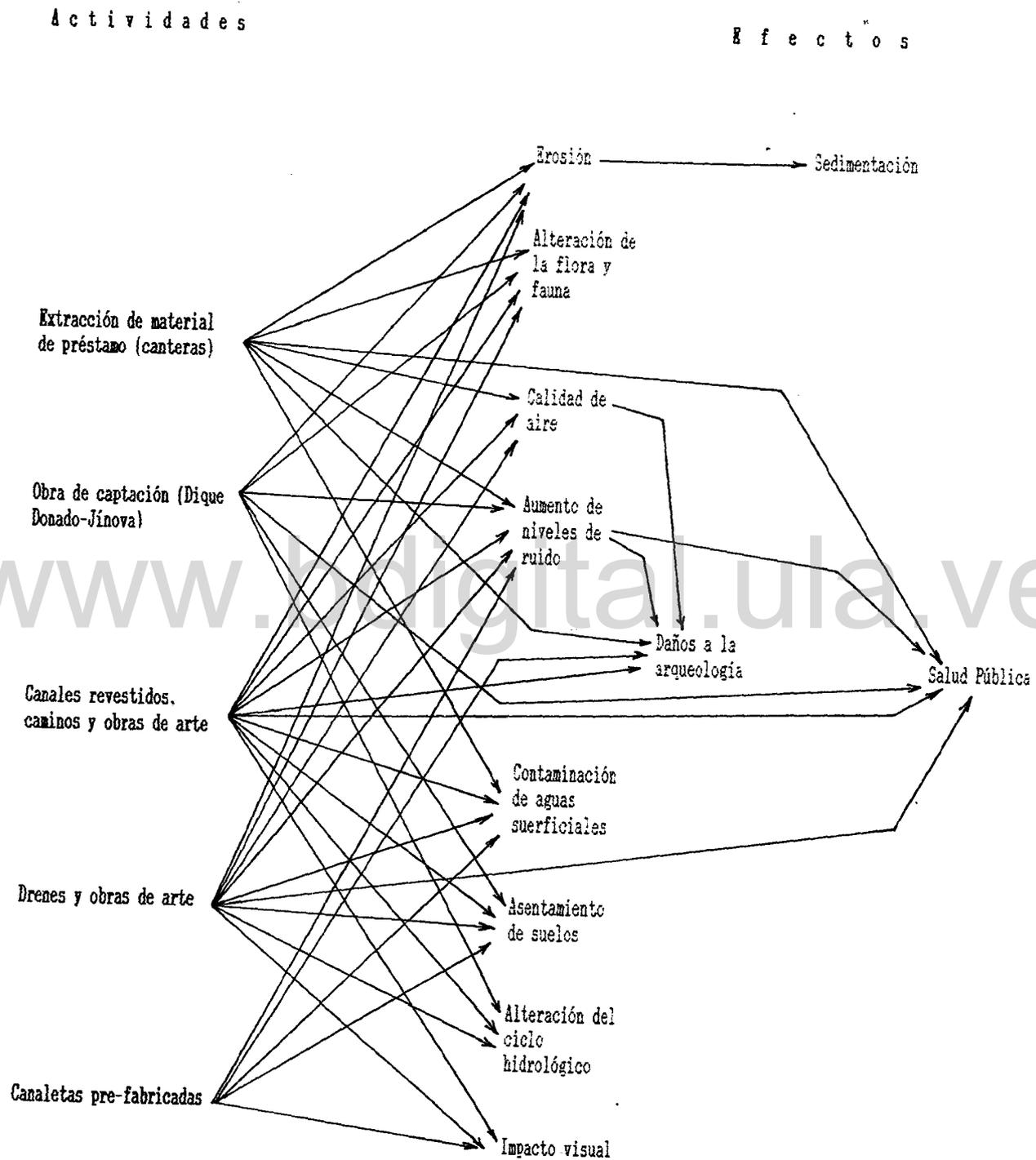


Figura 15. Encadenamiento de efectos de la fase de construcción del proyecto de riego San Juan de la Maguana. Alternativa II

desgaste de las losas (Grassi, 1991).

Operación de distribución

La persona encargada de la distribución del agua es el "canalero", quien tiene que estar inspeccionando los canales de conducción y las obras de arte el mismo día, para realizar las operaciones de cierre, apertura, y regulación programadas para el día y para recibir las solicitudes de agua.

El caudal en las tomas parcelarias se consideró de 2.0 lt/seg/ha, a fin de satisfacer el requerimiento del arroz (17 mm/día) con un reúso de un 30%, tomando en cuenta que las parcelas, dentro de una misma unidad de riego, no requieren simultáneamente una máxima demanda de agua (IICA, 1992).

La red de distribución del sistema de riego está compuesto por canales revestidos y canaletas que tiene como propósito elevar la eficiencia de riego y disminución de los costos de operación y mantenimiento. IICA (1992) considera eficiencia de distribución de la red secundaria en 80%.

Aplicación Superficial

Los métodos de riego existentes son por surcos y por pozas, para el arroz, con caudal continuo. En la red de distribución se consideró una eficiencia de aplicación del 50% para cultivos en general y 80% para el arroz (CEMAS, citado por IICA, 1992).

El caudal de agua operado depende de las características propias del suelo, la topografía, los métodos de riego, los cultivos, la preparación del suelo, la salinidad, el nivel freático, la habilidad del regador, la calidad del agua, la cantidad de agua en el suelo y la velocidad con que el agua penetrará en el suelo (Strebin, 1974). Otros factores a considerar son el intervalo entre riegos y las precipitaciones.

El riego en el predio tiene como fin regular la humedad del suelo y elevar la eficiencia de aplicación para obtener menores pérdidas por escurrimiento y percolación que pueden generar el efecto de anegamiento.

Drenaje superficial

La operación del sistema de drenaje superficial implica el buen diseño, construcción y conservación de los mismos. Las características de relieve y topografía permiten la salida del agua de escorrentía superficial del área de riego. Las lluvias provocan el incremento de caudales del sistema de drenaje.

Las características del futuro sistema de drenaje están compuestas por drenes naturales. El Ciénega es el de mayor capacidad de 1,58 m³/sg y el Cuenda 0,38 m³/sg, menor capacidad (IICA, 1992). La evacuación de las aguas sobrantes de las viviendas, centros poblados y campamentos necesitan un tratamiento previo para evacuar a los cauces naturales o ríos. Con estas aguas servidas no deberían regarse cultivos de tallos bajos, ya que tendrían muchas implicaciones si se ingieren.

Labores culturales

Está compuesta por varias acciones como es la preparación de tierras, siembra, abonado, control de malezas y plagas.

La **preparación de tierras** tiene por finalidad dejar el terreno en condiciones apropiadas para alojar las semillas, para lo cual se tienen que seleccionar las maquinarias, destruir las malezas y residuos de cultivos anteriores. La tracción animal no alteraría en las propiedades físicas de los suelos.

La **siembra** mecanizada es más eficiente y económica que la realizada manualmente. La cantidad de semilla debe regularse de tal manera que produzcan los máximos rendimientos por ha. La densidad de siembra debe ser mayor cuando sean desfavorables las condiciones del medio. La operación de siembra depende de la fertilidad del suelo y del clima (Heinrich, 1966).

La **operación de abonado, control de malezas y plagas** depende principalmente de las necesidades nutritivas de las plantas. Actualmente, en el área de riego, se está utilizando la asperjadora de espaldas neumáticas. Este método no resulta, lógicamente, tan preciso como el realizado por tractores; es difícil mantener constante la presión del líquido, la altura de asperjadora y la velocidad con que se efectúa la operación.

Matriz de interacción de la fase de operación y mantenimiento del proyecto del sistema de riego. Alternativa II

La matriz está compuesta por columnas y filas. Las filas se refieren a las actividades y acciones, y las columnas a los factores ambientales.

A partir de la matriz de doble entrada se identificaron los efectos mediante la interacción de las acciones del proyecto y los factores ambientales. En la Tabla 20 se muestra con un asterisco el lugar donde ocurre el efecto. Tales efectos son los siguientes:

1. Corrosión en equipo mecánico
2. Alteración del ciclo hidrológico (ecosistema).
3. Erosión (sedimentación)
4. Disminución de la eficiencia de riego
5. Salud Pública
6. Salinización
7. Sodificación, Toxicidad, Reducción de la velocidad de infiltración.
8. Alteración de las propiedades físicas de los suelos
9. Contaminación de suelos por agroquímicos
10. Contaminación de aguas superficiales
11. Contaminación de las aguas subterráneas
12. Anegamiento
13. Aumento de niveles de ruido
14. Alteración de calidad del aire

Tabla 20. Matriz, Operación y Mantenimiento. Alternativa II.

		CARACTERIZACION DEL MEDIO																			
		FISIOGRAFIA Y RELIEVE	GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA	CLIMA	HIDROLOGIA		SUELOS	VEGETACION	FAUNA	DRENAJE											
					SUPERFICIAL	SUBTERRANEA															
O P E R A C I O N E S Y M A N T E N I M I E N T O	OPERACION DE CAPTACION																				
	. Accionamiento manual de compuertas (San Juan y Jinova-Donado)																				
	. Accionamiento de desarenador																				
	. Limpieza de malezas y sedimentos																				
	. Mantenimiento de equipo mecánico																				
	OPERACION DE CONDUCCION DE CANALES REVESTIDOS Y CANALETAS																				
	. Llenado																				
	. Operación de caudal de diseño																				
	. Limpieza y mantenimiento																				
	OPERACION DE DISTRIBUCION																				
	. Programación del riego																				
	. Operación de estructuras (retenciones, partidores)																				
	OPERACION DE APLICACION SUPERFICIAL																				
	. Accionamiento de estructuras en el predio																				
	. Aforamiento de canales																				
	. Aplicación de agua																				
	DRENAJE SUPERFICIAL																				
	. Evacuación de excedentes																				
	. Conducción																				
	. Limpieza de drenes																				
LABORES CULTURALES																					
. Operación de preparación de tierras																					
. Operación de siembra																					
. Operación de abonado, control de plagas																					
. Operación de cosechas																					

Descripción de efectos y medidas

La lista de efectos detectados con la matriz de interacción se describe seguidamente con sus respectivas medidas de control.

Corrosión de equipo mecánico

En las compuertas de las obras de captación del río San Juan y el dique Donado-Jínova y demás compuertas de los canales laterales (A - J) es común que ocurra que el efecto de corrosión por la calidad de las aguas que circulan y porque se encuentran al aire libre.

Medidas

- Lubricación y engrase
- Ajustes de mecanismos
- Limpieza de malezas

Alteración del ciclo hidrológico.

La regulación de caudales en el canal San Juan y confluencia Donado-Jínova trae consigo la extracción de caudales necesarios para mantener la flora y fauna aguas abajo del proyecto o en las riberas de estos cauces. El caudal de captación en el río San Juan es de 6,5 m³/s inferior a los 9 m³/s que trae el río San Juan. Los caudales de la toma Donado-Jínova se incrementarán en el arroyo Donado y el río Jínova por el drenaje de las tierras agrícolas aguas arriba de este punto de captación.

Medidas

- Conservar el caudal ecológico (captación Donado-Jínova).
- Mantener los cauces naturales.

Erosión (sedimentación)

La erosión provocada por la acción natural de las lluvias aguas arriba de la Presa Sabaneta y la cuenca media generan sedimentos sobre el canal principal San Juan-Jínova y sus sublaterales (A-J). Otras acciones generadoras de sedimentación es la operación de caudales en: canales de tierra, drenes y en predios. La sedimentación genera otros efectos como el crecimiento de malezas en canales y drenes, enfermedades, alteración de las propiedades físicas y disminución de la eficiencia de riego.

Medidas

- Revegetar áreas críticas desforestadas o desnudas contra efectos de lluvias en la cuenca del río San Juan y subcuencas.
- Operar el sistema de riego, según las condiciones topográficas del terreno (melgas, surcos y curvas de nivel).
- Respetar los drenajes naturales.
- En caminos: suavizar la pendiente de los terraplenes y taludes; impermeabilizar o reforestar los taludes.
- Proteger cauces de ríos y cauces por incremento de caudales en los puntos de evacuación de los drenes.

- Construir desarenadores en las obras de captación San Juan y Donado - Jínova.
- Nivelar las tierras agrícolas.
- Limpiar canales, drenes y obras de arte de sedimentos y malezas dos veces al año.

Disminución de la eficiencia de riego

Con la alternativa II la eficiencia de riego se incrementará en un 29%, es decir de un 15% a un 44% (IICA, 1992). Para elevar constantemente los componentes de eficiencia de riego se recomienda realizar cálculos de demandas necesarios en los predios a irrigar.

Medidas

- Revestimiento de canales.
- Operación y mantenimiento (limpieza) del sistema de riego, de manera mecánica o química.
- Nivelación de tierras para el riego.
- Elevación de eficiencia de aplicación en el cultivo de arroz (predio).

Salud Pública

Actualmente existen problemas de salud como los citados en la alternativa I. Otras enfermedades hídricas pueden generarse por las acciones de conducción y distribución en canales, aplicación en el predio, la limpieza manual de canales, siembra de arroz (trasplante), riego con aguas servidas no tratadas y aplicación de agroquímicos manualmente.

Medidas

- Instalar ambulatorios rurales de atención médico.
- Controlar los mosquitos, caracoles, moscas, malezas, etc.
- Mantener y modernizar las estructuras hidráulicas conforme se este operando.
- Prevenir y corregir las filtraciones en canales y drenes.
- Preparar informes médicos periódicos y especiales con propósitos de difusión.
- Sembrar cultivos de tallos en aquellas áreas regadas con aguas residuales tratadas.

Salinización

Según las condiciones actuales las aguas del canal principal San Juan no presentan problemas de salinidad por riego según la alternativa I, pero es posible que surja este efecto ya que el canal Guanito - San Juan evacuador de las aguas de las áreas de riego de la margen derecha del río San Juan representan un grado de restricción de ligera a moderada siendo el valor de CE de $\emptyset,72$ dS/m.

Las aguas que del arroyo Donado y río Jínova según FAO (1987) no representarán problemas de salinidad en la futura obra de captación ya presentan valores de CE de $\emptyset,42$ dS/m y $\emptyset,31$ dS/m respectivamente.

Las aguas que conducen los canales no ocasionarán daño alguno sobre el revestimiento (hormigón) de los canales y canaletas, ya que el ph del canal San

Juan y de la confluencia del arroyo Donado y Jínova es de 7,4 (FAO, 1987).

Medidas

Si ocurren estos efectos las medidas serían:

- Riego más frecuente.
- Selección de cultivos resistentes.
- Lixiviación de sales de los suelos.
- Cambios de métodos de riego (aspersión y goteo).
- Cambios de la fuente de aguas y mezclas.
- Nivelación de tierras.
- Modificación del perfil del suelo.
- Construcción de zanjas de drenaje en las áreas salinizadas.
- Monitoreo de agua en la captación Donado-Jínova

Sodificación, Toxicidad, Reducción de la velocidad de infiltración.

Según la alternativa I de operación y mantenimiento del sistema de riego actualmente no suceden estos efectos por la calidad de agua que se está regando, motivo por el cual se recomienda realizar un monitoreo de agua en los puntos de captación del río San Juan y el Donado-Jínova una vez que entre en funcionamiento la alternativa II.

Medidas

Si estos efectos surgieran, las posibles medidas serían:

- Sodificación: aplicación de enmiendas, labores mecánicas, cultivos tolerantes, riego con agua que contiene Ca^+ y mezcla de agua.
- Toxicidad: selección de fuente de agua para el riego, lixiviación, selección de cultivos tolerantes, prácticas de cultivos y mezcla de aguas.
- Reducción de la velocidad de infiltración, pueden ser químicos (aplicación de yeso, ácido sulfúrico, mezcla de aguas) o mecánicos (labranza, residuos orgánicos).

Alteración de las propiedades físicas de los suelos

El análisis de este efecto es similar al de la alternativa I. Se recomienda para su estudio realizar pruebas de permeabilidad, porosidad y densidad aparente de los suelos antes y después de cada campaña agrícola.

Medidas

- Menor número de pases de maquinaria agrícola.
- Labranza conservacionista.
- Rotación de cultivos.
- Análisis de suelos para realizar una fertilización adecuada
- Uso correcto de pesticidas

Contaminación de suelos por agroquímicos

Este es un efecto que tiene incidencia en la calidad de los cultivos y en las alteraciones de la flora y fauna. Para la comprobación de este efecto se

recomienda tener pruebas o realizar estudios de contenido de agroquímicos en los cultivos y suelos.

Medidas

- Aplicar dosis adecuada de agroquímicos en los campos de cultivo.
- Realizar prácticas de ensayo previo a la aplicación de agroquímicos.

Contaminación de aguas superficiales

Este efecto fue analizado en la alternativa I y es posible que surjan otros efectos desencadenantes si no se consideran las medidas de control respectivas.

Medidas

- Tratar las aguas de: drenaje agrícola, viviendas, residuos del pilado del arroz y fábrica de canaletas.
- Análisis de las aguas (físicos, químicos, biológicos, bioquímicos y biocidas).

Contaminación de las aguas subterráneas

Según estudios geológicos del Valle de San Juan existen actualmente acuíferos que no están siendo explotados en el área del proyecto. Estas aguas sufrirán en cierta manera contaminación por la combinación de la operación de aplicación de agroquímicos y riego a los suelos agrícolas. La contaminación por pérdidas en la conducción y distribución serán mínimas por el revestimiento y la conducción en las canaletas.

Medidas

- Diagnósticos de compuestos nitrogenados y biocidas.
- Cumplimiento de instrumentos jurídicos que permitan el control y sobrexplotación.

Alteración del ciclo hidrológico

Este efecto fue analizado en la alternativa I y es posible que surjan otros efectos desencadenantes si no se consideran las medidas de control respectivas. En esta fase en muchos predios se construyen acequias de conducción y drenaje de excedentes de riego.

Medidas

- Adaptación del proyecto al medio natural en el momento de construir más acequias.
- Conservación del caudal ecológico en las obras de captación
- Estudios hidrológicos.

Anegamiento

En el área del proyecto no existe este efecto de anegamiento y salinización como se pudo analizar en la alternativa I, pero es un efecto

potencial latente, para lo cual se recomienda cumplir las medidas de control.

Medidas

Si ocurren en el transcurso de la operación son:

- Revestir los canales principales.
- Recubrir los canales secundario y terciario, y acequias de los predios.
- Operar los caudales necesarios para el cultivo del arroz.
- Evacuar de excedentes sin sobrecargar el sistema de drenaje.
- Drenar con sistemas de bombeo.
- Seleccionar cultivos tolerantes.
- Instalar una red de pozos de observación en el área del proyecto.

Aumento de niveles de ruido

Este efecto se debe a la extracción y transporte de material de préstamo para la construcción de canaletas, accionamiento de maquinarias agrícolas, de pilado de arroz, funcionamiento de fábrica de canaletas y posibles agroindustrias. Para saber el grado de afectación a los miembros del proyecto de riego es necesario realizar mediciones de niveles de ruido.

Medidas

- Limitaciones de velocidad de las maquinarias agrícolas dedicadas a las acciones de preparación de tierras, siembra, aplicación de agroquímicos y cosecha.
- Construcción de barreras acústicas o adaptación de barreras naturales.

Alteración de calidad del aire

Este efecto se genera en la cantera Hato Viejo por la extracción de material, que perjudica en cierta manera al poblado de San Juan de la Maguana y otras posibles canteras a explotarse, conforme se construyan los canales revestidos, caminos y canaletas.

Otra acción generadora de este efecto es la aplicación de agroquímicos de manera manual o mecánica con incidencia en la flora y la fauna. La calidad del aire puede afectar la arqueología del lugar.

Medidas

- Retención y concentrar los contaminantes con equipos instalado en maquinarias (polvo, humo).
- Aplicación de agroquímicos según patrón climatológico.
- Legislación ambiental.
- Análisis de calidad de aire.

Encadenamiento de efectos

El análisis para el encadenamiento de efectos está compuesto por las actividades de la fase de operación y mantenimiento que son generadoras de acciones y éstos a la vez de efectos que en total son trece. En la Figura 16 se puede apreciar el encadenamiento de estos efectos iniciales, intermedios y finales.

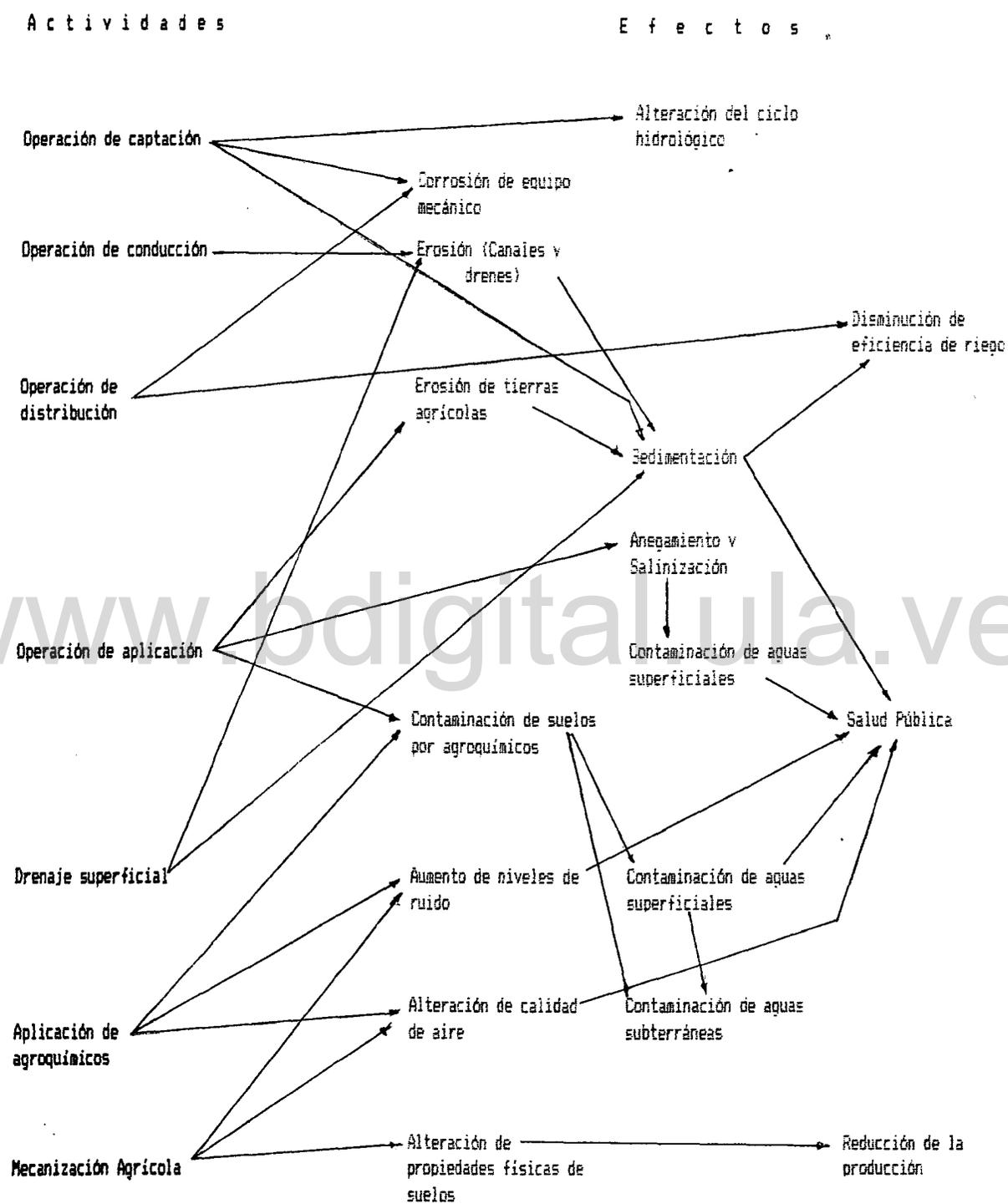


Figura 16. Encadenamiento de efectos de la fase de operación y mantenimiento del Proyecto de riego San Juan de la Maguana, Alternativa II.

Quantificación de los efectos salinidad y anegamiento

El cultivo a ser tratado para la predicción de los efectos salinidad y anegamiento sobre el ambiente agrícola es la habichuela por ser el más sensible a dichos efectos. La fecha de siembra se escogió en el mes de abril, comienzo de la época lluviosa, donde se supone que la producción de la habichuela puede ser afectado por precipitación (anegamiento) o por las reacciones químicas en los suelos (salinidad). El período de estudio se llevó entre los años 1968 a 1979. Seguidamente se muestran la aplicación de los modelos salinidad y anegamiento.

Salinidad

A continuación se detallan el archivo de entrada de suelo, cultivo y clima, y resumen de la producción.

Archivo de entrada de suelo, cultivo y clima para el modelo PROSAL

"NUMERO DE AÑOS A ESTUDIAR ",12

"NUMERO DE SECTORES DE RIEGO A PROCESAR ",1

***** ENTRADA DE DATOS PARA EL SECTOR # 1 *****

"NOMBRE DEL SECTOR DE RIEGO ", "SAN JUAN DE LA MAGUANA"

"DENSIDAD APARENTE DEL SECTOR <Figura 1, NOBRO> ",1.4

"HUMEDAD A CAPACIDAD DE CAMPO (GRAVIMETRICO) EN % ",35.5

"HUMEDAD AL PUNTO DE MARCHITEZ PERMANENTE (GRAVIMETRICO) EN % ",21.2

"COEFICIENTE HIDRODINAMICO <Figura 2, NOBRO> ",0.45

"EFICIENCIA DE RIEGO GLOBAL PARA EL SECTOR ",0.5

"NUMERO DE CULTIVOS CONSIDERADOS EN EL SECTOR DE RIEGO (Max. 3) ",1

***** ENTRADA DE DATOS POR CULTIVO *****

"NOMBRE DEL CULTIVO ", "HABICUELA"

"COEFICIENTE DE DESARROLLO FOLIAR DEL CULTIVO <Tabla 1, NOBRO> ",3.4

"COEFICIENTE DE DENSIDAD DE ENRAIZAMIENTO <Tabla 2, NOBRO> ",0.3

"PROFUNDIDAD RADICULAR TIPICA (cms) <Tabla 3, NOBRO> ",70

"PERIODO VEGETATIVO DEL CULTIVO (MESES) ",4

"CODIGO PARA SALIDA DE DEMANDA DEL CULTIVO",1

"CODIGO PARA LEER LOS DATOS DE PRECIPITACION ",1

"CODIGO PARA LEER LOS DATOS DE EVAPORACION EN mm ",1

"CODIGO PARA ESPECIFICAR LA DURACION DEL CULTIVO ",1

***** VALORES PARA SALINIDAD *****

"% DE HUMEDAD DEL SUELO A SATURACION EN VOLUMEN (FRACCION) ",50

"CONDUCTIVIDAD ELECTRICA DEL AGUA DE RIEGO dS/m ",0.5

"CONDUCTIVIDAD ELECTRICA INICIAL EN EXTRACTO DE SATURACION dS/m ",0.3

"EFICIENCIA DEL LAVADO (FRACCION) ",0.5

"FACTOR PARA AFECTAR LA LAMINA DE RIEGO QUE SE INFILTRA REALMENTE ",1

"PERDIDA DE RENDIMIENTO POR AUMENTO UNITARIO DE SALINIDAD (b) (%/dS/m) ",18.9

"SALINIDAD UMBRAL PARA EL CULTIVO (Sa) dS/m ",1

LINEA QUE DEFINE LOS AÑOS DE CAMBIO DE PATRON DE CULTIVO

1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

 Tabla 21
 RESUMEN DE LA PRODUCCION POR EFECTO SALINIDAD
 AÑOS: 1968 - 1979
 FECHA DE SIEMBRA: 1 4
 FECHA DE COSECHA: 29 7

RENDIMIENTOS :

	ETx	P efectiva	Conduc. (Med)	Rendimiento
	mm	mm	dS/m	(%)
COSECHA DEL AÑO:1968 :	438.1	147.1	0.302	100.0
COSECHA DEL AÑO:1969 :	398.5	253.8	0.303	100.0
COSECHA DEL AÑO:1970 :	407.4	205.6	0.303	100.0
COSECHA DEL AÑO:1971 :	232.6	138.7	0.303	100.0
COSECHA DEL AÑO:1972 :	199.1	154.0	0.297	100.0
COSECHA DEL AÑO:1973 :	148.2	124.8	0.291	100.0
COSECHA DEL AÑO:1974 :	162.3	119.5	0.289	100.0
COSECHA DEL AÑO:1975 :	214.2	140.6	0.287	100.0
COSECHA DEL AÑO:1976 :	242.4	39.7	0.289	100.0
COSECHA DEL AÑO:1977 :	268.6	125.4	0.285	100.0
COSECHA DEL AÑO:1978 :	378.5	154.7	0.279	100.0
COSECHA DEL AÑO:1979 :	364.8	280.7	0.279	100.0

Nota:

VALORES DE SALINIDAD POR PERIODOS DE SIEMBRA ESTABLECIDOS PARA EL CULTIVO HABICUELA
 SE ASUME UNA CONDUCTIVIDAD PARA EL AGUA DE RIEGO DE: 0.5 dS/m
 SE ASUME EL FACTOR PARA AFECTAR LA LAMINA QUE REALMENTE SE INFILTRA DE: 1

VALORES DE HECTAREAS A REGAR SEGUN EL AÑO DE CAMBIO

" NÚMERO DE HECTAREAS A REGAR PARA EL AÑO 1 ",1

" % DEL AREA A SEMBRAR PARA EL SECTOR 1 ",100

" MRS DE SIEMBRA PARA ESTE CULTIVO EN EL SECTOR 1 ",4

DATOS DE PRECIPITACION EN mm

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1968	1.9	23.4	30.3	27.1	60.3	92.3	42.6	117.0	29.0	75.7	82.2	55.6
1969	2.0	8.3	8.9	109.0	57.7	130.6	98.9	105.7	134.0	151.8	50.6	36.5
1970	16.6	24.4	17.9	14.2	218.8	66.3	71.0	67.8	267.2	220.6	46.1	2.0
1971	4.1	1.4	20.2	51.0	114.4	74.1	16.7	72.9	153.8	181.3	74.3	2.1
1972	2.4	5.0	121.9	48.6	50.1	140.5	43.1	47.0	95.2	115.7	2.9	4.7
1973	2.6	58.6	27.1	63.0	14.7	84.7	71.8	50.9	96.3	133.4	5.1	3.7
1974	1.4	31.2	60.3	38.7	47.2	122.0	55.3	73.3	111.7	40.0	22.4	26.8
1975	1.8	0.1	25.1	32.8	36.1	95.5	88.2	106.6	85.4	56.3	233.8	40.4
1976	0.0	4.2	3.7	23.5	33.9	12.5	15.0	34.7	57.9	86.1	13.5	1.7
1977	5.0	0.1	0.2	52.6	146.0	0.1	7.4	16.4	46.4	67.4	63.2	1.5
1978	0.0	4.8	33.5	109.5	95.4	23.4	39.5	47.5	37.0	50.2	7.5	20.0
1979	0.0	9.3	52.6	22.9	270.1	129.1	121.4	263.1	135.9	79.5	40.6	2.5

DATOS DE EVAPORACION EN mm

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1968	118.9	116.9	165.4	173.0	194.2	177.7	191.9	167.8	156.3	165.1	130.9	135.8
1969	140.9	140.0	170.0	127.8	144.8	164.7	217.5	185.5	147.0	143.8	133.4	108.7
1970	133.6	140.3	200.6	218.0	164.6	153.2	177.6	151.1	120.7	145.0	130.8	133.1
1971	114.2	100.2	109.9	129.0	92.7	86.0	101.9	91.8	66.6	80.0	73.1	121.5
1972	129.4	90.6	81.4	83.2	76.3	74.9	103.6	74.8	94.9	50.0	80.2	85.9
1973	98.6	66.5	91.0	100.9	55.6	48.4	66.0	40.1	71.0	91.0	87.8	86.5
1974	106.8	69.1	89.8	95.5	69.4	49.5	77.0	87.2	58.1	79.9	72.6	86.1
1975	117.4	108.9	95.1	98.0	74.8	99.8	89.3	79.6	110.0	112.2	100.9	107.5
1976	102.5	99.2	105.1	89.0	105.7	101.5	107.6	113.0	88.1	104.8	107.6	110.1
1977	111.4	102.7	152.4	114.5	108.7	112.8	118.0	112.4	113.6	107.3	96.8	103.1
1978	103.8	92.0	169.1	153.6	113.8	183.4	177.1	165.0	147.4	133.3	102.0	116.4
1979	127.1	143.2	155.8	154.1	165.5	139.3	161.7	163.1	108.0	134.5	95.0	95.4

Anegamiento

Acontinuación se detallan el archivo de entrada de suelo, cultivo y clima, y resumen de la producción.

Archivo de entrada de suelo y cultivos para el modelo DRPR

- Serie de suelos: La Peña, Yabano y San Juan
- Condiciones hidrológicas tipo I, curva número 65
- Espesores de las 3 capas por encima de los drenes 200 mm, 400 mm y 600 mm.
- Profundidad del nivel freático al comienzo de la simulación 1500 mm.
- Nivel crítico, para el cálculo del índice de exceso de agua SEN 300 mm.
- Lámina de agua aprovechable en las capas 1, 2 y 3 son: 84 mm, 69 mm y 99 mm.
- Elevación de los drenes por encima de la barrera impermeable 3.0 m
- Conductividad hidráulica de los estratos encima de los drenes 2,50 m/día y 1,90 m/día.

Tabla 22
RESUMEN DE LA PRODUCCION POR EFECTO DE ANEGAMIENTO
AÑOS: 1968-1979
FECHA DE SIEMBRA: 1 4
FECHA DE COSECHA: 29 7

RENDIMIENTOS RELATIVOS (Espaciamento = 85 m)

	POR EXCESO	POR ESCASEZ	RESULTANTE:
COSECHA DEL AÑO:1968 :	100.00	45.08	45.08
COSECHA DEL AÑO:1969 :	100.00	23.46	23.46
COSECHA DEL AÑO:1970 :	100.00	64.93	64.93
COSECHA DEL AÑO:1971 :	100.00	69.51	69.51
COSECHA DEL AÑO:1972 :	96.28	60.49	58.24
COSECHA DEL AÑO:1973 :	100.00	63.34	63.34
COSECHA DEL AÑO:1974 :	100.00	100.00	100.00
COSECHA DEL AÑO:1975 :	100.00	100.00	100.00
COSECHA DEL AÑO:1976 :	100.00	100.00	100.00
COSECHA DEL AÑO:1977 :	100.00	43.23	43.23
COSECHA DEL AÑO:1978 :	100.00	68.80	19.99
COSECHA DEL AÑO:1979 :	0.00	82.41	00.00
RENDIMIENTOS PROMEDIO: PERIODO 1968-1979	85.45	68.44	57.32

- Porosidad drenable promedio 0,04
- Espaciamiento de drenes 85 m.
- Fracción de la lámina máxima de agua aprovechable correspondiente al punto de marchitamiento de las capas 1, 2 y 3 es 0,65.
- Duración del período vegetativo 120 días
- Fracción de extracción total de agua por el cultivo que proviene de la capa 1, 2 y 3 son: 0,54 0,23 y 0,03.
- Coeficiente de cultivo, para cada estadio de crecimiento 0,35 0,75 1,00 0,92 y 0,90
- Coeficiente de tina para cada período de simulación en orden cronológico 0,85
- Factor de susceptibilidad al encharcamiento para cada estadio del cultivo son de 0,25 0,36 0,45 0,25 y 0,24

Los archivos correspondientes a la precipitación y evaporación diaria corresponden a la estación meteorológica de San Juan se encuentran de los años 1968 y 1979.

HABICHUELA 1 65

200	400	600	1500.00	1000	300			
84.00	69.00	99.00						
3.0	2.50	1.90	0.04	85				
0.65	0.65	0.65						
18	24	36	24	18				
0.54	0.23	0.03						
0.35	0.75	1.00	0.92	0.90				
0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	
0.85	0.85	0.85						
0.25	0.36	0.45	0.25	0.24				

Discusión de resultados del estudio de caso

Seguidamente se discuten los resultados obtenidos en la alternativa I y II y los modelos de salinidad y anegamiento.

En la alternativa I se detectaron trece efectos, ver Tabla 18, los cuales se encadenaron, ver Figura 14. El efecto que se repite es la sedimentación debido a la carencia de un desarenador en la toma del canal principal San Juan y por la erosión de áreas adyacentes de los canales. La sedimentación provoca el crecimiento de malas hierbas y vectores de enfermedades. La baja de la eficiencia de riego del 15% indica que existen problemas en la conducción, distribución o aplicación. Con la aplicación de las medidas de control es posible que disminuyan los efectos.

La mecanización agrícola y la aplicación de agroquímicos provocan la alteración de las propiedades físicas de los suelos y la contaminación de los suelos disminuyendo la producción y de los cultivos. El accionamiento de las maquinarias en la cantera Hato viejo y predios generan ruidos constantes y alteración de la calidad del aire con posibles consecuencias en la salud pública. El problema de no poder cuantificar algunos efectos antes mencionados y grado de afectación de los factores ambientales se debe a la carencia de información.

La alternativa II considera la construcción, operación y mantenimiento. En la fase de construcción se identificaron doce efectos, Tabla 19. Según el encadenamiento, Figura 15, los efectos detectados que se repiten es la contaminación de las aguas superficiales y daños a la arqueología del proyecto; otros factores en menor grado son la flora y fauna por la deforestación. La desmejora de la calidad del aire y aumento de los niveles de ruido son debido al

accionamiento de maquinarias pesadas. El efecto asentamiento de suelo producirá el agrietamiento de las obras de riego. Otros efectos son la salud de los trabajadores de campo, la alteración del ciclo hidrológico por la desviación de los cauces naturales e impacto visual por la incorporación de infraestructura física.

El análisis de la fase de operación y mantenimiento es semejante a la alternativa I, ver Tabla 20 y Figura 16, los efectos detectados son catorce. El efecto potencial latente que pueda ocurrir son el anegamiento y la salinidad o la combinación de ambos.

Los objetivos que plantean la alternativa II con respecto a la alternativa I son elevar el índice de uso de suelos de 0,94 a 1,5, la eficiencia de riego del 15% al 44%. Construir 106,9 km de canales prefabricados de la red principal, 9 km. de canales revestidos, 37,0 Km de drenes colectores principales, 89,6 km de canaletas prefabricadas para el sistema parcelario y un dique derivador en la confluencia del arroyo El Donado y el río Jinova, técnicas de manejo del agua, labores culturales e incorporación de material genético (Pérez 1992, IICA 1992).

Salinidad (PROSAL)

El rendimiento de la habichuela por efecto de salinidad en el área de riego se pueden apreciar en la tabla 21. Los valores de producción de la habichuela oscilan entre 0,18 a 2,00 ton/ha, pudiendo llegar a 2,4 ton/ha. La baja de la producción se debe por cuestiones climatológicas de sequía o granizada (IICA, 1992).

La calidad de agua de riego del canal San Juan posee una conductividad eléctrica promedio de 0,5 dS/m. Según esta condición el modelo predice una producción de 100%, es decir de 2,0 ton/ha para la habichuela para los años 1968-1979 (12 años), lo cual indica que no surgirán problemas por salinidad. El grado de salinidad de los suelos disminuye en 1968 de 0,302 dS/m a 0,279 dS/m en 1979.

Anegamiento (DRPR)

El rendimiento de la habichuela por efecto de anegamiento en el área de riego se puede apreciar en la Tabla 22. Este modelo arroja producciones inferiores al 100% debido a que los niveles freáticos se encuentran a más de 1,5 m de profundidad y que el modelo no considera el riego, solamente la lluvia. Cabe mencionar que la evapotranspiración de los cultivos en el área de riego es mayor que la precipitación efectiva durante todo el año para el período analizado (1968-1979).

En los años 1968-71 y 1973-77 los rendimientos fueron del 100% por exceso de agua; esto indica que los niveles freáticos cubren la evapotranspiración de los cultivos. En los años 1972 y 1978 la disminución del rendimiento fue de 96,28 % y 29,06%, esta baja se produce por la asfixia de las raíces de los cultivos por exceso de agua. Entre los años 1968-73 y 1977-78 los rendimientos varían entre 23,46% y 69,51% por escasez hídrica, ya que los niveles freáticos se encuentran a 1,5 m. de profundidad motivo por el cual se produce un pobre desarrollo de los cultivos.

La producción resultante entre los años 1974-1976 fue del 100% lo cual

indica que la variación de los niveles freáticos han suplido a la evapotranspiración de los cultivos. Para los años 1977 y 1978 fueron de 19.9% y 69.51%; esta baja en la producción se debe a la carencia de un riego complementario. En el año 1979 la producción fue nula por la presencia del Huracán David que alteró las condiciones climáticas.

Conclusiones y recomendaciones del estudio de caso

En base a los resultado y discusión de los mismos se concluye y recomienda lo siguiente.

Conclusiones

En la alternativa I los efectos negativos generados recaen sobre la infraestructura de riego y sobre la salud pública. La conservación actual de las obras del sistema de riego no es adecuada; las razones se deben a la precariedad de las condiciones físicas existentes del sistema de riego y las inadecuadas prácticas de conservación. Los factores ambientales más afectados son el suelo y agua.

En la alternativa II, en la fase de construcción, el factor ambiental mas afectado es el agua, seguido de la flora y fauna y la salud de los trabajadores de campo y población. En la fase de operación y mantenimiento existe la posibilidad que por la adición de agroquímicos en los suelos y cultivos percolen y se contaminen los acuíferos más cercanos.

El objetivo de la alternativa II respecto a la alternativa I es básicamente reducir los efectos negativos sobre el ambiente agrícola como es la incorporación de canaletas, elevación de la eficiencia de riego y el índice de uso de los suelos.

El modelo de salinidad indica la producción de los cultivos habichuela del 100% para los años 1968-1979. El modelo de anegamiento indica producciones menores del 100% debido a lo siguiente: a) los niveles freáticos se encuentran a más de 1,5 m de profundidad b) el modelo no considera riego c) la precipitación efectiva es menor que la evapotranspiración de los cultivos d) sequía, granizadas y huracanes.

Recomendaciones

En la alternativa I se recomienda obtener mayor información de los factores ambientales para evaluar la degradación del medio y la cuantificación de los efectos ambientales. Realizar la prospección para la explotación de aguas subterráneas para complementar el riego en épocas de sequía o cuando el embalse la Maguana carezca de recursos hídricos.

El programa de conservación de la infraestructura de riego debe priorizar las obras de captación, canal principal San Juan, los canales en tierra y revestidos, tomas, drenes, red vial, y los equipos y maquinarias.

En la alternativa II, fase construcción, se recomienda elaborar un cronograma de actividades que contemple la conservación de los factores ambientales fauna, flora, cauces naturales, ribera, arqueología y la salud de los

trabajadores. Asimismo se recomienda considerar las experiencias del INDRHI obtenidas en la construcción de las obras de riego de la margen derecha del proyecto.

En la fase de operación y mantenimiento se debe considerar las actividades de conservación y volumen de obra, frecuencia con que se debe conservar, equipos adecuados y prioridades en la conservación de las obras, dosis adecuada de agroquímicos para mantener la calidad de las aguas subterráneas, si en un futuro se utilizara.

Se recomienda construir una batería de pozos de observación en el ámbito del área de riego para verificar la variación de los niveles freáticos y llevar un control de la calidad de las aguas freáticas y superficiales en la captación del canal San Juan, y en la confluencia del arroyo Donado y el río Jínova cada seis meses.

Si los niveles freáticos se elevaran sin riesgos de nivelación, se debe considerar en parte como un beneficio, siempre y cuando se sepa manejar la variación de los niveles freáticos.

www.bdigital.ula.ve

CAPITULO XI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De los resultados obtenidos y de la discusión de éstos, se llegó a las siguientes conclusiones y recomendaciones.

Conclusiones

1. La metodología desarrollada en el presente trabajo define una serie de pasos que se deben seguir para evaluar los impactos ambientales en los proyectos de riego y drenaje a un nivel de pre-factibilidad.

2. Las acciones realizadas en los proyectos de riego y drenaje generan efectos sobre los factores ambientales y algunos factores ambientales ocasionan efectos sobre la infraestructura de riego.

3. Los principales efectos negativos detectados en el presente estudio son veinticuatro, de los cuales quince corresponden a la fase de operación, ocho a la fase de construcción y operación y uno a la fase de construcción.

4. De los veinticuatro efectos negativos veintidós se consideran reversibles, y dos irreversibles como son la destrucción del patrimonio cultural y la alteración del ciclo hidrológico.

5. El encadenamiento de efectos es de importancia para relacionar los efectos primarios, intermedios y finales, dadas las limitaciones que presentan las matrices de interacción.

6. Las medidas de control de los efectos salinidad y anegamiento expresadas en beneficio y costo se pueden incorporar al proceso de evaluación de alternativas de estudio.

7. Los modelos de predicción de los efectos salinidad (PROSAL) y anegamiento (DRPR) sirven para evaluar los efectos degradantes sobre el medio agrícola a un nivel de pre-factibilidad. Si las producciones son menores que los costos de las medidas de control, se puede afirmar, a nivel macro, la posible generación de efectos negativos sobre el medio agrícola.

8. La metodología planteada en el presente estudio requiere de la participación de expertos (ingenieros, geomorfólogos, biólogos, ecólogos, legisladores entre otros) para poder analizar la descripción de las acciones, los factores ambientales, la identificación y análisis de los efectos y la identificación y análisis de las medidas alternativas de control.

Recomendaciones

1. Para el estudio de las alternativas se recomienda recabar suficiente información de las actividades y acciones con el fin de obtener una selección definitiva de las acciones. Los análisis son a un nivel macro e integral. Será necesario realizar análisis profundos sólo cuando verdaderamente se justifique.

2. Para aplicar la metodología desarrollada en esta tesis se recomienda dividir cada alternativa de estudio en fases, actividades y acciones.

3. Es necesario tener información de las características de los factores ambientales del proyecto. El conocimiento del medio implica cuantificar en lo posible los efectos negativos sobre los factores ambientales mediante los modelos de predicción.

4. De acuerdo al encadenamiento de efectos, se recomienda seleccionar las medidas de control adecuadas para cada efecto según su magnitud y acciones que las originan.

5. Se recomienda instrumentar medidas de control adecuadas en la fase de construcción, operación y mantenimiento para los efectos destrucción del patrimonio cultural y alteración del ciclo hidrológico.

6. Para posteriores estudios se recomienda, mediante la matriz de interacción, seleccionar no solamente efectos negativos sino efectos positivos, además indicar en la matriz, mediante flechas, los efectos que generen las acciones sobre los factores ambientales o viceversa.

7. De acuerdo a los resultados de la lista de efectos es recomendable clasificar los efectos en directos e indirectos, a largo plazo o corto plazo y las medidas en preventivas, mitigantes o correctivas.

8. De acuerdo a los resultados obtenidos en esta tesis, es recomendable que en posteriores estudios se desarrollen metodologías que permitan incorporar los costos y beneficios de las medidas de control en el proceso de evaluación del proyecto a cada alternativa de estudio a un nivel de pre-factibilidad.

BIBLIOGRAFIA

- Astorga, J. 1973. *Funcionamiento de sistemas de riego*. Maracaçay: Facultad de Agronomía, Departamento de Ingeniería Agrícola, UCV.
- Aguirre, M.A. y A. Norero. 1982. *Estudio agrofísico de las relaciones entre napa freática y la productividad de los cultivos*. Mérida: CIDIAT.
- Banco Mundial, 1976. *Agua Potable*. Washington: Gráficos Halar.
- Benitez, A. 1972. *Captación de aguas subterráneas*. Madrid: Dossat.
- Booher, L. 1974 *El riego superficial*. Roma: FAO.
- Buroz, E. 1974. *Consideraciones sobre la planificación de proyectos y su relación con la experiencia Venezolana*. Caracas: COPLANARH.
- Cabeza, M. 1987. *Manual de evaluación de impactos ambientales en proyectos hidráulicos* (Borrador preliminar). Mérida: CIDIAT - OEA.
- Cabeza, M. 1993. *Análisis ambiental de las obras de rehabilitación y modernización de la red de riego y drenaje en la margen izquierda del río San Juan*. República Dominicana. Mérida: CIDIAT.
- Canter, L. 1977. *Environmental impact assessment*. New York: ECO/PAHO/WHO.
- CAURA INGENIEROS CONSULTORES, C.A. 1988. Texto de apoyo del taller: *la importancia de los estudios de impacto ambiental en IPPN*. Caracas: Venezuela.
- Christiansen, J. 1968. *Some principles of irrigation, drainage and salinity with special reference to Venezuela conditions*. Mérida: CIDIAT.
- Chrosciechowski, Z. 1966. *Aspectos sanitarios relacionados con los sistemas de riego*. Caracas: Ministerio de sanidad y asistencia social.
- Custodio, E. 1975. *Hidrología subterránea*, Tomo I y II Barcelona: Omega.
- Chanlett, E. 1973. *Protección ambiental*. Tokio: McGraw-Hill Book Company.
- CIDIAT, 1988. *Manual de riego por aspersión*. Mérida: CIDIAT
- CIDIAT, OEA. 1992. *Seminario de evaluación económica, social y ambiental de proyectos*. Mérida: CIDIAT.
- CIDIAT, 1992. Documentos de clase de flora y fauna. Mérida: CIDIAT.
- CIDIAT, 1993. *Optimización de los recursos hídricos en el proyecto Yacambu-Quibor*. Mérida: CIDIAT.

- GIFAP, 1988. *Normas para el transporte seguro de plaguicidas*. Madrid: Ministerio de Obras Públicas.
- Guevara, E. 1989. *Ingeniería de riego y drenaje*. Valencia: Universidad de Carabobo. Venezuela.
- Gavande, S. 1973. *Física de suelos, principios y aplicaciones*. México: Limusa-Wiley.
- Gómez O.D. 1988. *Evaluación de impacto ambiental. Ciudad y Territorio*. Vol. 1 # 75. Madrid: CIFCA.
- 1978. *El medio físico y la planificación I*. Madrid: CIFCA.
- 1978. *El medio físico y la planificación II*. Madrid: CIFCA.
- Grassi, C. 1991. *Drenaje de tierras agrícolas*. Mérida: CIDIAT.
- 1987. *Diseño y operación del riego por superficie*. Mérida: CIDIAT.
- 1988. *Fundamentos del riego*. Mérida: CIDIAT.
- 1991. *Operación y conservación de sistemas de riego*. Mérida: CIDIAT.
- Heinrich, C. 1966. *Manual de técnica agrícola*. Barcelona: OMEGA.
- Holmes, A. 1965. *Principles of physical Geology*. New York: OMEGA.
- IICA, 1992. *Desarrollo agrícola sostenible en San Juan de la Maguana*. Vol IV República Dominicana: Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos. (INDRHI).
- IRLI, 1972. *Drainage principles and applications*. Vol I. Wageningen: International Institute For Land Reclamation and Improvement.
- IRLI, 1974. *Design and management of drainage systems*. Vol IV. Wageningen: International Institute For Land Reclamation and Improvement.
- Israelsen, O. 1962. *Principios y aplicaciones de riego*. New York: Reverte.
- Jensen, M. 1983 *Consumptive use of eater and irrigation water requirements*. New York: American Society of Civil Engineers.
- Kraatz, D. 1972. *Revestimiento de canales de riego*. Roma: FAO.
- López, J. 1977. *Efectos de la hidroelectricidad en el ambiente y en otros usos del agua*. Merida: CIDIAT.

- López, R. 1991. *Erosión y productividad del suelo*. Mérida: CIDIAT.
- López, R. 1990. *Taller sobre metodología de evaluación e investigación en la erosión del suelo y su impacto en la productividad y en el ambiente*. Mérida: CIDIAT.
- MAE, 1978. *Medio Ambiente en España*. Madrid: Subsecretaría de ordenación territorial y del medio ambiente.
- Montilla, C. 1972. *Consideraciones generales sobre la inspección de obras de habilitación de tierras*. Caracas: Ministerio de obras públicas.
- Mijares, Q. 1978. *Tratamiento de aguas residuales*. Caracas: 2da. Edición. Ediciones Vega.
- MOPU. 1989. *Guías metodológicas para la elaboración de estudios de impacto ambiental*. Grandes Presas 2. Madrid: Ministerio de Obras Públicas.
- Milos, H. 1973. *El agua y el medio ambiente*. Roma: FAO.
- Milligan, C. 1969. *Operación de sistema de riego*. Mérida: CIDIAT.
- Miranda, J. 1993. *Metodología para la utilización en la agricultura bajo riego en las aguas residuales tratadas*. Tesis Ms. Mérida: CIDIAT.
- Munn, E. 1975. *Environmental Impact Assessment: Principles and Procedures*. Report 5. Canadá: SCOPE.
- Novelo, F. 1977. *Temas sobre operación y conservación de sistemas de riego*. Mérida: CIDIAT.
- O.E.A. 1992. *Evaluación económica, social y ambiental de proyectos*. Mérida: CIDIAT.
- Oosterbaan, R. 1988. *Effectiveness and environmental impacts of irrigation projects: a review*. en: IRLI, annual report. Wageningen, Netherlands.
- Palacio, E. 1971. *Manual de operación de distrito de riego en México*. Chapin-go: ENA.
- Palacio, J. 1988. *Evaluación de la operación del sistema de riego de Tocuyo La Costa y fijación de bases operacionales a fin de mejorar el uso del recurso agua*. Tesis Ms. Mérida: CIDIAT.
- Payen, J. 1985. *Simulación del drenaje subterráneo*. Mérida: CIDIAT.
- Pacheco, J. 1980. *Estudio de los efectos causados por la mecanización en algunas características físico-químicas de los suelos*. Tesis Ms. Mérida: CIDIAT.

- Pérez, J. 1986. *Salinización del suelo en condiciones de riego como indicador de desertificación un caso: Llanura de Coro*. Mérida: CIDIAT.
- Pérez, J. 1993. *Estudio evolutivo de la salinidad y medidas de conservación del acuífero de Coro*. Mérida: CIDIAT.
- Pla Sentis, I. 1979. *Calidad y uso de agua para riego*. Maracay: Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela.
- PNUMA, 1979. *El estado del medio ambiente*. Nairobi: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Porras, M. 1978. *Aguas subterráneas*. Madrid: CIECA.
- Rameshwar, 1987. *Environmental impacts of irrigation projects*. Journal of Irrigation and Drainage Engineering. Vol. 112/ N° 4. Bangkok, Thailand.
- Rázuri, L. 1988. *Riego por goteo*. Mérida: CIDIAT.
- Rojas, R. 1988. *Notas de riego por goteo*. Mérida: CIDIAT.
- Riera, C. 1990. *Evaluación económica ambiental del proyecto Yacambú - Quibor, en base a la metodología empleada por organismos internacionales*. Tesis Ms. Mérida: CIDIAT.
- SEA, 1984. *Estudio de suelo del Valle de San Juan de la Maguana*. Santo Domingo: Secretaria de estado de agricultura (SEA).
- Seoánez, M. 1977. *La contaminación agraria*. Madrid: Instituto Nacional de Investigación Agrarias. Ministerio de Agricultura.
- Shawki, 1991. El riego y los problemas ambientales. En: *Finanzas y Desarrollo*. Washigton: Banco Mundial.
- Shell. 1968. *Control químico de malezas*. Cagua: Venezuela.
- 1965. *Productos químicos agrícolas*. Cagua: Venezuela.
- 1970. *Imprementos agrícolas*. Cagua: Venezuela.
- Silva, A. 1972. *Operación de estructuras*. Caracas: Ministerio de Obras Públicas.
- Strebin, S. 1974. *Consideraciones generales sobre planificación de riego a nivel parcela*. Caracas: Ministerio de Obras Públicas.
- Sunkel, O. 1986. *La dimensión ambiental en la planificación del desarrollo*. Buenos Aires: Latinoamericana S.R.L.
- Tiffen, M. 1991. *La introducción de medidas de protección sanitaria*. Washington: Organización Mundial de la Salud.

- United Nations. 1990. *Environmental Impact Assessment*. New York: Gráficos Halar.
- USDA, 1954. *Diagnosis and improvement of saline y alkali Soil* - U.S. Salinity laboratory Staff. Agr. Hanab.
- Weitzenfeld, Henyk. 1990. *Evaluación de impacto ambiental en el ambiente y la salud*. México: Organización Mundial de la Salud (OMS).
- Williams, J. 1983. *Assessing the effect of soil erosion on productivity with EPIC*. Proceedings of the National Symposium on Erosion and Soil Productiy. Michigan: American Society of Agricultural Engineers.

www.bdigital.ula.ve