

CAPITULO III

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. MATERIALES Y EQUIPOS

Para la Realización del Estudio se ha previsto la utilización de los siguientes Materiales y Equipos:

3.1.1. Materiales

- Cartas Topográficas
- Imagen Satelital
- Mapas Temáticos
- Fotografías Aéreas
- Libreta de campo
- Baterías
- Rollo de slydes
- Rollo de fotografías
- Toner negro y color
- Acetatos
- Papel bond.
- Papel cuche
- CDS
- Disquetes
- Recipientes para toma de muestras

3.1.2. Equipos

- Termómetro Ambiental
- GPS
- Cámara fotográfica
- Computadora
- Impresora
- Scanner

- Binoculares
- Decibelímetro
- Rede de Neblina
- Red de Macro bentos

3.2. METODOLOGÍA

La metodología empleada para la realización del Estudio de Impacto Ambiental de la Ejecución del Proyecto de Agua para Riego y Consumo Humano del Cantón Pimampiro, se describe a continuación:

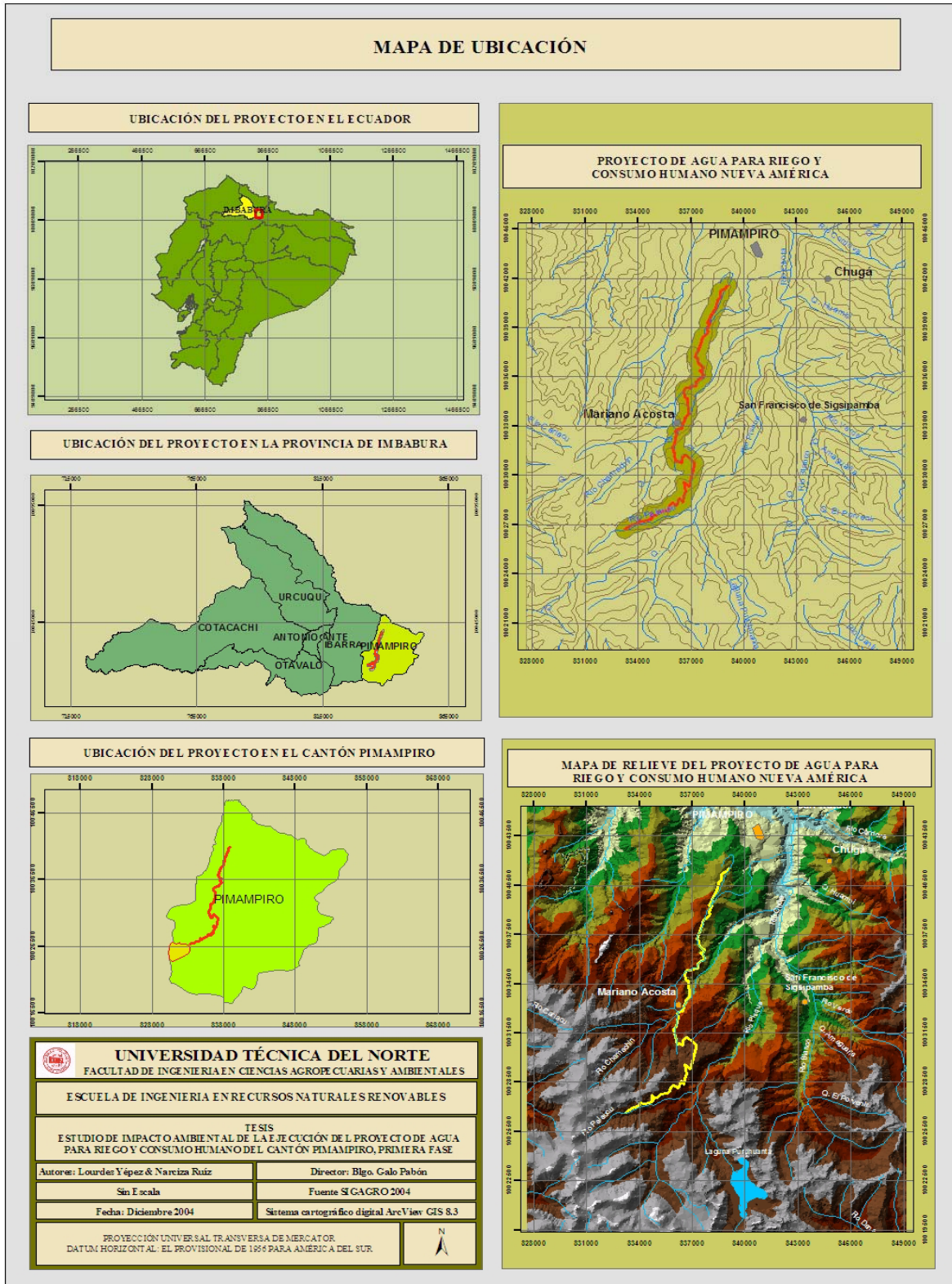
3.2.1. Ubicación

El Cantón Pimampiro se encuentra localizado al Este de la Provincia de Imbabura, entre las cotas 1600 y 4000 m s n m. aproximadamente, cuenta con una población de 12 951 habitantes. Sus cuatro parroquias: Pimampiro, Mariano Acosta, Chugá, y San Francisco de Sigsipamba, se encuentran inmersas en las microcuencas de los Ríos: Escudilla, Blanco, Pisque, y Chamachán, que forman parte de la cuenca del Río Mira.

El área de estudio se encuentra en la zona de amortiguamiento de la Reserva Ecológica Cayambe – Coca, perteneciente a la Provincia de Imbabura, Cantón Pimampiro, Parroquia Mariano Acosta, Comunidad Nueva América, ubicada en las estribaciones occidentales de la cordillera central de los Andes, en la micro cuenca del río Palaurco, comprendida entre los 2600 y 3500 m s n m. (CESA, 2001).

El Proyecto inicia en la toma de agua que se localiza en la parte alta del bosque primario de Nueva América (Anexo 4, Mapa 1) atraviesa los centros poblados de Mariano Acosta, para posteriormente unirse con la acequia de “El Pueblo”, y finalmente conectarse con la Planta de Tratamiento ubicada en la comunidad “El Tejar”, donde se da el tratamiento respectivo. (Ver Mapa 3.1)

Mapa 3.1 Ubicación del Proyecto



El trazado del Proyecto se encuentra descrito en los puntos de coordenadas UTM que se detallan en el Anexo 1, Tabla 1.

Con la información anterior se trazó el área de influencia directa

1.2.2. Área de Influencia del Proyecto

Para delimitar las afecciones o beneficios que el proyecto genera al ambiente se ha definido áreas de influencia, tanto directas como indirectas, las que se describen a continuación:

3.2.2.1. Área de Influencia Directa

El área de influencia directa del proyecto comprende 500 m. a cada lado del trazado del canal, que inicia desde la toma de agua localizada en la parte alta del río Palaurco hasta la planta de tratamiento de agua, ubicada en la comunidad del Tejar; es así que el Área de Influencia Directa de este proyecto abarca una superficie de 2 154.71 Ha. (Ver Anexo 4, Mapa 1)

3.2.2.2. Área de Influencia Indirecta

Comprenden las comunidades que se beneficiarán con el proyecto y son las siguientes:

Zona Alta: (Mariano Acosta, Puetaquí, Guanupamba, El Alizal, Nueva América). Se localiza entre los 2700 y 3400 m s n m., con una temperatura media de 12,4°C.; y, con una precipitación media anual de 1115mm. /año.

Zona Media: (El Tejar, El Inca, Los Árboles). Se localiza entre los 2 200 y 2700 m s n m., con una temperatura media de 16,3 °C.; y, una precipitación promedio anual de 770mm. /año.

Zona Baja: (Chalguayacu, Pimampiro, Paragachi). Se encuentran a una altitud que va desde los 1 600 hasta los 2 200 m s n m.; con una temperatura promedio anual de 19°C.; y, una precipitación promedio anual de 560mm. /año.

(CESA; 2 001), (Anexo 4, Mapa 1), (Anexo 5, Foto 35, 36,37,38)

3.3. DIAGNÓSTICO DE LOS COMPONENTES AMBIENTALES

Para el diagnóstico de los componentes ambientales se utilizaron varias metodologías de acuerdo a los aspectos a ser analizados, para lo cual se recopiló la información de campo y de laboratorio correspondiente a los medios: abiótico, biótico, paisajísticos, socio-económico y culturales.

3.3.1. Aspectos Abióticos

Los aspectos abióticos que se tomaron en cuenta para el diagnóstico del área de influencia, son los siguientes:

3.3.1.1. Geomorfología

Se describirán las formas del relieve en el área de influencia indirecta y directa; se tomaron como elementos de análisis a las: pendientes, altitud, exposición de laderas; dichas características se presentan en la cartografía correspondiente

3.3.1.2. Geología

Se describirán los tipos de rocas que se encuentran en el área de influencia indirecta y directa; se compiló la información ya existente sobre la geología tomando como elemento de análisis a la localización del área de estudio.(Baldock J. 1982)

3.3.1.2. Clima

Para determinar las condiciones climáticas se tomaron como referencia los datos de la Estación Pluviométrica de Mariano Acosta, ubicada muy próxima al área de estudio.

En cambio los mapas de isoyetas e isotermas se tomaron de la base de datos de INFOPLAN 2001.

3.3.1.3. Determinación del Balance Hídrico

En forma general, el balance hídrico del área de captación del proyecto se expresa por la ecuación siguiente:

$$P = I + ETR + ES + CHS + CAS + CS \quad (\text{MOPT, 1991})$$

Donde:

P: precipitación

I: interceptación

ETR: evapotranspiración real

ES: escorrentía superficial

CHS: cambios en la humedad del suelo

CAS: cambios en el almacenamiento de agua subterránea

CS: corrientes subterráneas

Partiendo de datos climáticos y de observaciones del suelo y la vegetación, se generará información del área de captación, en lo que se refiere a humedad del suelo, evapotranspiración real y corrientes superficiales. Con lo que se elaboraron las fichas hídricas y los diagramas de balance hídrico.

3.3.1.4. Suelos

Para la clasificación de los suelos se consideraron los parámetros siguientes: morfología, material parental, profundidad y textura. Estos datos se obtuvieron mediante la recopilación de información de campo y elaboración de mapas temáticos (Escala 1: 100 000), (ORSTOM 1984).

- **Uso potencial de los suelos**

Para la determinación del uso potencial de los suelos se tomaron como elementos clasificadores a la combinación de los mapas de geomorfología, clima y suelos, lo

que permitió generar una clave y una descripción de la máxima capacidad de uso, en función de las condiciones naturales que pueden ser aprovechadas por el hombre.

3.3.1.5. Hidrología

El objetivo fundamental del estudio hidrológico, fue describir los parámetros morfométricos de la micro cuenca; describir y caracterizar las fuentes de agua que abastecerán al proyecto; cuantificar los caudales existentes; y, determinar la calidad del agua disponible, que se destinará para el uso humano y para el riego.

Para la descripción de las fuentes de agua se partió de las cartas topográficas 1:50.000, con lo que se estratificaron y aglutinaron todos los avenamientos que posteriormente configuran la microcuenca del río Palaurco, cuyo resultado fue llevado a escala 1:100.000.

Por las características biofísicas que presenta una cuenca hidrográfica, es necesario conocer los diferentes parámetros que interactúan y/o conforman la misma; parámetros que sirven de base para la toma de decisiones en el manejo de la microcuenca.

Los parámetros a ser analizados para este caso son los siguientes: Área, perímetro, longitud axial, ancho promedio, factor forma y coeficiente de compacidad, altitud media y densidad de drenaje. Todos estos permitirán determinar la magnitud de riesgo de crecidas, tanto para la microcuenca del río Palaurco como para el área de captación del proyecto. (C.I.D.I.A.T. 1984)

Para la cuantificación del caudal se aplicó el método del área mojada, que consiste en medir la sección transversal y los otros factores, para determinar el caudal; la fórmula se muestra a continuación:

$$Q = \frac{AxPxaxL}{t}$$

Donde:

- Q = caudal
- A = ancho medio del río

- P = profundidad media del río
- L = longitud media del río
- t = tiempo en segundos que tarda el testigo en recorrer la distancia L
- a = factor constante para cada tipo de suelo.

Este parámetro permitió establecer las potencialidades de la cuenca en función del recurso hídrico.

Los sitios de muestreo son:

1. Bocatoma del río Palaurco
2. Antes de la planta de tratamiento ubicada en la comunidad El Tejar.
3. Después de la planta de tratamiento ubicada en la comunidad El Tejar.

Para calcular la cantidad de agua a tomar del río para inducirla al canal, sin alterar las condiciones ambientales se aplicó el método propuesto por Batelle Columbus.(Conesa, 1997)

3.3.1.6. Caracterización del recurso hídrico

- **Plan y Puntos de Muestreo**

El estudio de caracterización del agua de la micro cuenca hidrográfica perteneciente al río Palaurco, principal abastecedor de este elemento para el proyecto de riego y consumo humano, se fundamentó en la toma muestras de agua en sitios seleccionados y descritos anteriormente, con el propósito de analizar y determinar la calidad físico-química y bacteriológica de este recurso; tales muestras fueron remitidas a los laboratorios de la Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Químicas y de la Empresa Metropolitana de Agua Potable y Alcantarillado de Quito, para que realicen los análisis correspondientes.

- **Frecuencia de Muestreo**

Las muestras se tomaron en los puntos preestablecidos, para época seca y húmeda, en concordancia con el diagrama ombrotérmico. Cada muestra compuesta se colectó en un lapso de ocho horas, que considera intervalos de dos horas.

- **Parámetros de Análisis**

Los parámetros de análisis fueron considerados como si el agua estuviera destinada para consumo humano, cuyas características son mucho más exigentes que las requeridas para el riego; por tal razón los análisis se basaron en las Normas INEN vigentes en el país.

Por tal razón se realizaron análisis físico-químicos y bacteriológicos de éste recurso, con la finalidad de conocer las condiciones en las que se encuentra.

La norma en cuestión establece que los parámetros de análisis y los requisitos deseables y los límites máximos permisibles que debe cumplir el agua para consumo humano, son como los que se presentan en la cuadro 3.1:

Cuadro 3.1 Especificaciones del Agua Potable según las Normas INEN

ESPECIFICACIONES DEL AGUA POTABLE SEGÚN LAS NORMAS INEN			
REQUISITOS	UNIDAD	Límite deseable	Límite máx. permisible
Color	Unidades Escala Pt-Co	5	30
Turbiedad	FTU turbiedad formazina	5	20
Olor	ausencia	ausencia
Sabor	inobjetable	inobjetable
pH	7 - 8,5	6,5 - 9,5
Sólidos totales disueltos	mg/l	500	1 000
Manganeso, Mn	mg/l	0,05	0,3
Hierro, Fe	mg/l	0,2	0,8
Calcio, Ca	mg/l	30	70
Magnesio, Mg	mg/l	12	30
Sulfatos, SO ₄	mg/l	50	200
Cloruros, Cl	mg/l	50	250
Nitratos, NO ₃	mg/l	10	40
Nitritos, NO ₂	mg/l	cero	cero
Dureza, CaCO ₃	mg/l	120	300
Arsénico, As	mg/l	cero	0,05
Cadmio, Cd	mg/l	cero	0,01
Cromo, Cr cromo hexavalente	mg/l	cero	0,05
Cobre, Cu	mg/l	0,05	1,5
Cianuros, CN	mg/l	cero	cero
Plomo, Pb	mg/l	cero	0,05
Mercurio, Hg	mg/l	cero	cero
Selenio, Se	mg/l	cero	0,01
ABS (MBAS)	mg/l	cero	0,2
Fenoles	mg/l	cero	0,001
Cloro libre residual*	mg/l	0,5	0,3 - 1
Coliformes totales	NMP/100cm ³	ausencia	ausencia
Bacterias aerobias totales	colonias/cm ³	ausencia	30
Estroncio 90	Pc/l	ausencia	8
Radio 226	Pc/l	ausencia	3
Radiación total	Pc/l	ausencia	1 000

Nota: * Cuando se utiliza Cloro como desinfectante.

Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN

- **Tratamiento, Preservación y Transporte de Muestras**

Para la toma de muestras se consideró las técnicas de colección, preservación y transporte recomendadas por los laboratorios antes descritos, con la finalidad de obtener y conservar las características físico-químicas y bacteriológicas reales que poseen estas aguas.

- **Análisis “*In Situ*”**

Éste análisis se realizó en los sitios de muestro, específicamente en cuatro parámetros: pH, temperatura, fijación de Oxígeno y Magnesio, con el propósito de obtener datos reales, ya que estos parámetros cambian considerablemente en el proceso de manipulación y transporte de las muestras.

- **Análisis e Interpretación de Datos**

Los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio se procesaron, con la finalidad de determinar los parámetros que se encuentran dentro o fuera de los límites deseables o máximos permisibles, en concordancia con las Normas INEN, con lo que se estableció la calidad de agua disponible.

- **Control de la calidad de agua por el método de Macro invertebrados acuáticos (SURBER).**

Para el control de calidad del agua del río Palaurco, se empleó la metodología de macro invertebrados, se aplicó la técnica conocida como “Red Surber”, siendo la más apropiada para esta zona, por las condiciones del río y las características del caudal.

Para este objeto se realizaron tres muestreos en la parte alta de la micro cuenca, donde se tiene previsto construir la toma de agua que abastecerá al proyecto en estudio.

Las colectas obtenidas en los muestreos, fueron analizadas en el laboratorio para identificar las especies de macro invertebrados existentes.

Para interpretar los datos obtenidos se utilizó las cartillas de Análisis EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) y para el análisis de sensibilidad las cartillas que llevan el mismo nombre, las cuales permiten determinar las

condiciones en las que se encuentran esta agua. (Roldán, 1988),(Carrera C & K Fierro 2001)

3.3.2. Aspectos Bióticos

Para la caracterización del componente biótico en el área de influencia del Proyecto se realizaron inventarios de la flora y fauna existentes.

➤ Uso Actual y Cobertura del Suelo

Para la determinación del uso actual y cobertura del suelo, se partió de la interpretación de la imagen satelital captada para el área durante el año de 2002.

➤ Formaciones Vegetales

El área será categorizada en función de los parámetros que emplea Sierra (1999) para la clasificación de las formaciones vegetales del Ecuador.

➤ Composición Florística

El estudio florístico del Proyecto se realizó sobre los remanentes de bosques naturales, bosques en regeneración natural y otras áreas intervenidas.

Para este fin se empleó el método aleatorio que consiste en tomar muestras de la vegetación al azar en el área de estudio; ésta información además, fue reforzada con la toma de datos en dos transectos de 50 x 2 m. en donde se consideró a los individuos cuyo diámetro a la altura del pecho (DAP) es mayor a 2.5 cm.

Las muestras botánicas fueron colectadas para su posterior identificación.

Con las muestras de vegetación y los dos transectos se calculó y determinó la composición florística, la caracterización de los estratos, el análisis de la diversidad de las poblaciones, mediante la aplicación del sistema de cálculo para la Diversidad Alfa, que es aquella que suministra información sobre la variación

florística total en cada punto de muestreo en base al número de especies (riqueza) y a la frecuencia de los individuos para cada especie encontrada (Abundancia); y, la Diversidad Beta es la relación de similaridad que se establece entre dos o más sitios de muestreo, en base al número total de especies compartidas o comunes entre sí.

➤ **Fauna**

El estudio de fauna se basó en un inventario general de las especies empleando el método de la observación directa en el área de influencia del Proyecto; este método se basa específicamente en el registro de sonidos y fotografías de las especies silvestres, además se realizaron entrevistas dirigidas a los moradores del sector para identificar especies no registradas y conocer la situación actual de las poblaciones; posteriormente se compiló bibliografía referente al tema con la finalidad de reafirmar y verificar la información de campo.

La observación directa consistió en cubrir la mayor cantidad de hábitats y áreas intervenidas, para determinar y describir los principales grupos de animales que habitan en los diferentes nichos ecológicos.

Se utilizó equipos como: binoculares y grabadoras de sonidos, que posibilitaron la identificación de los individuos, en especial de aves y mamíferos que emiten sonidos de llamado, alerta o peligro, de aquellas especies que no se las puede observar directamente en el dosel o el sotobosque, pero que sí se las escucha. Luego se efectuó una comparación con otros estudios similares.

El primer registro se realizó desde las 05h50 hasta las 08h30; el segundo a las 16h30 hasta las 18 horas, momento en el que se produce la mayor cantidad de procesos ecológicos – etológicos, principalmente de las aves y de algunos mamífero.

Con los datos de campo se preparó un registro, realizando una clasificación de acuerdo con los diferentes grupos a los que corresponden.

3.3.3. Paisaje








Para la evaluación del paisaje se tomó en cuenta dos metodologías: la de Calidad Escénica, Criterios de Ordenación, Puntuación y la de Evaluación del Impacto Paisajístico. propuesta por Conesa (1997).

Evaluación de la Calidad Escénica y Criterios de Ordenación y Puntuación

El estudio del paisaje presentó dos enfoques principales. El primero considera la **calidad escénica y los criterios de ordenación y puntuación**, e identifica el paisaje con el conjunto del medio, contemplando a éste como indicador y síntesis entre los elementos morfología, vegetación, agua, color, fondo escénico, rareza y actuaciones humanas. El procedimiento contempla los siguientes pasos:

- Selección de los elementos del territorio
- Estudio del significado de las características de los componentes
- Caracterización de la estructura visual del territorio, utilizando un rango comprendido entre 0 a 6.
- Se obtuvo la sumatoria de valores, correspondiendo a un resultado, y se clasificó en categorías de acuerdo con lo que se muestra en el cuadro 3.2

Cuadro 3.2 Evaluación de la Calidad Escénica, Criterios de Ordenación y Puntuación.

EVALUACION DE LA CALIDAD ESCENICA, CRITERIOS DE ORDENACION Y PUNTUACION				
MORFOLOGÍA		Relieve muy montañoso, marcado y prominente (acantilados, agujas, grandes formaciones rocosas); o bien, relieve de gran variedad superficial o muy erosionado o sistemas de dunas; o bien presencia de algún rasgo muy singular y dominante. (ej. Glaciar)	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes pero no dominantes o excepcionales.	Colinas suaves, fondo de valle planos, poco o ningún detalle singular.
VEGETACIÓN		Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas, y distribución interesantes.	Alguna variedad en la vegetación pero sólo uno o dos tipos.	Poco o ninguna variedad o contraste en la vegetación
AGUA		Factor dominante en el paisaje, apariencia limpia y clara, aguas blancas (rápidas y cascadas) o láminas de agua en reposo.	Agua en movimiento o en reposo, pero no dominante en el paisaje.	Ausente o inapreciable.
COLOR		Combinaciones de color intensas y variada, o contrastes agradables entre: suelo, vegetación, roca, agua y nieve.	Alguna variedad e intensidad en los colores y contraste del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante.	Muy poca variación de color o contraste, colores apagados.
FONDO ESCÉNICO		El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual.	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual del conjunto.	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto.
RAREZA		Único o poco corriente o muy raro en la región; posibilidad real de contemplar fauna y vegetación excepcional.	Característico, aunque similar a otros en la región.	Bastante común en la región.
ACTUACIONES HUMANAS		Libre de actuaciones estéticamente no deseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual.	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no es su totalidad o no añaden calidad visual.	Modificaciones intensas y extensas, que reducen o anulan la calidad escénica.

Fuente: B.L.M. 1930.

El segundo enfoque considera las clases de **calidad escénica**, tomando en cuenta la variedad paisajística con sus elementos como son: la morfología o topografía, forma de las rocas, vegetación, forma de lagos, forma de arroyos y ríos. La metodología aplicada consta de las siguientes fases:

- Identificación de los componentes del recurso paisaje
- Establecer valores de ponderación para cada elemento, mediante la utilización de una X
- Combinación de las fases antes mencionadas para obtener un valor total
- Se clasifica en tipos mediante la suma total de puntos y se determina la clase de paisaje como se muestra en el cuadro 3.3.(Cruz G. & R. Heredia 2001)

Cuadro 3.3 Clases de Calidad Escénica

CLASES DE CALIDAD ESCÉNICA			
VARIEDAD	Clase A	Clase B	Clase C
PAISAJÍSTICA	Alta	Media	Baja
MORFOLOGÍA O TOPÓGRAFÍA	Pendiente de más del 60%, laderas muy modeladas, erosionadas y abarrancadas o con rasgos muy dominantes.	Pendiente entre 30%, vertientes con modelados suaves u ondulados.	Pendiente entre 0 y 30% vertientes con poca variación, sin modelado y sin rasgos dominantes.
FORMA DE LAS ROCAS	Formas rocosas sobresalientes. Pedrizas, afloramientos y taludes, etc. Inusuales en tamaño, forma y localización.	Rasgos obvios pero que ni resaltan; similares a los de la clase alta, sin destacar especialmente.	Cubierta vegetal continua, sin variación en su distribución.
VEGETACIÓN	Alto grado de variedad. Grandes masas boscosas. Gran diversidad de especies.	Cubierta vegetal casi continua, con poca variación en la distribución. Diversidad de especies media.	Cubierta vegetal continua, sin variación en su distribución.
FORMA DE AGUA. LAGOS	Fgrandes lagos, si son pequeños o medianos con: Bordes u orillas singulares, Reflejo en el agua de rasgos importes, Islas, Con vegetación de ribera o forma de las rocas de alta calidad.	Lagos medianos, orilla algo irregular, pocos reflejos, clase (B), de vegetación de ribera.	Lagos pequeños regulares y sin reflejos.
FOPRMA DE AGUA. ARROYOS Y RIOS	Cursos de agua con numerosos e inusuales cambios en el cause, cascadas, rápidas, pozas, meandros o gran caudal.	Cursos de agua con características bastante comunes en su recorrido y caudal.	Torrentes y arroyos intermitentes con poca variación en caudal, saltos, rápidas o meandros.

Fuente: USDA Forest Service, 1974

Metodología de Evaluación del Impacto Paisajístico

La metodología propuesta por Conesa (1997) para evaluar el impacto paisajístico, se desarrollo en las siguientes fases:

- **Valoración directa subjetiva.-** Se realizó a partir de la contemplación del paisaje, adjudicándole un valor, en una escala de rango o de orden, desagregarlo en componentes paisajísticos o categorías estéticas, de conformidad con las valoraciones que se muestran en el cuadro 3.4.

Cuadro 3.4 Valoración Absoluta del Paisaje

Paisaje	Va
Espectacular	16 a 25
Soberbio	8 a 16
Destinguido	4 a 8
Agradable	2 a 4
Vulgar	1 a 2
Feo	0 a 1

Fuente: Conesa 1997

Se establecieron puntos de observación para evaluar las vistas, obteniendo el valor de la unidad paisajística, mediante la media aritmética. Los valores obtenidos fueron en función de la cercanía a núcleos urbanos, a vías de comunicación, al tráfico de éstas, a la población potencial de observadores, y a la accesibilidad a los puntos de observación, obteniéndose el valor relativo (Vr).

Para obtener el valor relativo (Vr) interviene en la aplicación de la fórmula los parámetros siguientes:

$$Vr = K \times Va$$

Donde:

Va = Valor absoluto

K = Es la resultante de la aplicación de la fórmula que a continuación se describe:

$$K = 1.125 \times \left(\frac{P}{d} \times A \times S \right)^{1/4}$$

Donde:

- P = Ratio, función del tamaño medio de las poblaciones próximas.
 d = Ratio, función de la distancia media en Km, a las poblaciones próximas.
 Ac =Accesibilidad a los puntos de observación, o a la cuenca visual (Inmediata 4, Buena 3, Regular 2, Mala 1, Inaccesibilidad 0).
 S = Superficie desde lo que es percibida la actuación (cuenca visual), función del número de puntos de observación (Muy grande 4, grande 3, pequeña 2, muy pequeña 1).

Los valores a aplicar en la fórmula anteriormente descrita se basan en el cuadro de valoración relativa del paisaje que se describen a continuación, para los componentes P y d.

Cuadro 3.5 Valoración Relativa del Paisaje

Nº habitantes	P	Distancia (Km)	d
1 - 1000	1	0 a 1	1
1000 - 2000	2	1 a 2	2
2000 - 4000	3	2 a 4	3
4000 - 8000	4	4 a 6	4
8000 - 16000	5	6 a 8	5
16000 - 50000	6	8 a 10	6
50000 - 100000	7	10 a 15	7
100000 - 500000	8	15 a 25	8
500000 - 1000000	9	25 a 50	9
> 1000000	10	> 50	10

Fuente: Conesa 1997

El valor relativo del paisaje, V_R , acorde con el modelo descrito, clasifica a los mismos en un rango adimensional de 0 a 100; el mismo que expresa el grado de afectación que ha sufrido el paisaje o en el cual se encuentra el paisaje antes de ejecutar el proyecto. (Conesa, 1997)

3.3.4. Aspectos Socio - Económico - Cultural

Se utilizaron varias técnicas de investigación, tales como: la observación directa y la entrevista, la encuesta; estos datos se complementaron con los censos realizados por el INEC y las interpretaciones efectuadas para la zona (SICA, SISE).

La información a analizar fue: demografía, infraestructura, salud, educación, vivienda, actividades económicas, actividades pecuarias, agricultura, tenencia de

la tierra, uso actual del suelo, referencia histórica, etnias y levantamientos arqueológicos del lugar, del área de influencia

Para caracterizar a la población se partió de una encuesta aplicada a nivel familiar (Ver Anexo 3).

➤ **Tamaño de la Muestra**

Para el cálculo del tamaño de la muestra se tomo en cuenta el error máximo admisible que para este caso fue del 10 %. (Céspedes 2000) La fórmula empleada para dicho cálculo fue la siguiente:

$$N = \frac{PQ \times n}{(n-1) \times \frac{E^2}{K^2} \oplus PQ}$$

Donde:

N = Tamaño de la muestra

P.Q = Constante de la Varianza poblacional (0.25)

n = Tamaño de la población.

E = Error máximo admisible (10 %)

K = Coeficiente de corrección del error (2).

Luego de determinar el tamaño total de la muestra se procedió a distribuir el total entre las comunidades, para lo cual se aplicó la fórmula siguiente:

$$F = \frac{N}{n}$$

Donde:

F = Estratos de la muestra

N = Tamaño de la muestra

n = Tamaño de la población.

▪ **Caracterización de los Sistema de Fincas**

Luego de identificar el área que se beneficiará con el suministro de agua, tanto para consumo humano como para riego, se caracterizó por muestreo los sistemas de finca, lo que sirvió de base para establecer un solo modelo de finca que responde al promedio de los sistemas aplicados por los agricultores.

Posteriormente y con el modelo idealizado se determinaron todas las entradas y salidas que se producen en los agroecosistemas, con el propósito de establecer el costo - beneficio que causara la ejecución del Proyecto en ésta localidad.

Toda esta información sirvió para determinar el nivel de vida en que se desarrollan los habitantes del lugar; y, para establecer los impactos positivos en el aspecto socio económico que el proyecto generará con su aplicación. (Hart 1985)

3.4. ANÁLISIS DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL CANAL DE AGUA PARA RIEGO Y CONSUMO HUMANO

El Proyecto de construcción del canal de conducción de agua para riego y consumo humano comprende la ejecución de dos tipos de fases: construcción; y, operación y mantenimiento.

Para el desarrollo de las fases antes descritas se requiere el despliegue de una serie de actividades secuenciales, las mismas que para su caracterización y evaluación fueron detalladas en función de los procesos que demandan las operaciones.

Con esta información se construyó una tabla donde se detallan las actividades y se hace una descripción de los componentes que demandan dichas actividades.

3.4.1. Identificación y Valoración de Impactos Ambientales

La determinación de los Impactos Ambientales y efectos causados por la implementación del Proyecto, sobre el medio físico - químico, biológico y socio-económico se sustentó en la aplicación de las matrices de: Identificación; Jerarquización; y, Calificación de Impactos.

3.4.2. Matriz de Identificación de Impactos

Ubica en el eje de las “X” los efectos de las acciones del Proyecto, y en el eje de las “Y” los factores ambientales, como el medio biofísico y socioeconómico, que son afectados por las acciones del mismo.

Esta matriz además identifica las interacciones positivas y negativas que se producen con la ejecución, operación y mantenimiento del Proyecto; A partir de ésta, es posible determinar, de manera preliminar, los elementos del medio ambiente más afectados y las actividades de mayor incidencia sobre el medio.

Los resultados obtenidos de la matriz permitieron identificar los Impactos Ambientales, tanto positivos como negativos que se produjeron como efecto de la implementación del Proyecto, y de acuerdo a sus coeficientes se propusieron la jerarquización de impactos de acuerdo con su magnitud en alta, mediana y de baja importancia.

3.4.3. Matriz de Jerarquización de Impactos

Permite categorizar los impactos a partir de la aplicación de **fichas de campo** las mismas que dan una valoración cualitativa a las afecciones. Además permiten realizar una correlación al interior de la tabla puesto que se cuentan con elementos de valoración cuantitativa, y mediante cálculos operativos se obtiene el valor correspondiente al impacto en estudio, permitiendo de este modo jerarquizar los impactos ambientales.

Las **fichas de campo** aplicadas a cada uno de los impactos identificados a través de la Matriz de Identificación, cubren los contenidos que se muestran en el cuadro siguiente:

Cuadro 3.6 Ficha de Caracterización de Impactos Ambientales Identificados

No de Ficha					
Dimensión					
Componente					
Elemento					
Actividad	Acción				
Descripción del impacto					
Área de influencia	Regional		Local		Puntual
Dimensionamiento	Indicador				
	Dimensión				
Parámetro de inferencia	Indicador				
	Evaluación				
Localización					
Tipo de efecto	Positivo		Negativo		
Probabilidad de ocurrencia	Alta		Media		Baja
Magnitud	Alta		Moderada		Baja
Duración	Largo plazo		Mediano plazo		Corto plazo
Alternativa de manejo	Prevenible		Mitigable		
	Corregible		Compensable		
Programa de manejo ambiental					
Plan de monitoreo y seguimiento.					

A continuación se describen los conceptos aplicados a cada uno de los elementos que contiene la tabla anterior:

- **Área de Influencia**

Se refiere a la extensión o alcance previsible de la alteración. Se indica la localización geográfica aproximada (vereda, cuenca o cauce). Puede ser: **Puntual** (el efecto se produce sobre un entorno reducido, fácilmente delimitable e inmediato al sitio de obra, alrededor de 100m); **Local** (la afectación directa o por diseminación, se produce sobre zonas de extensión apreciable, a lo ancho del municipio) y **Regional** (trasciende los municipios del área de obras del proyecto involucra otros municipios o ecosistemas completos).

▪ **Dimensionamiento**

Describe la variable que permite evaluar de manera precisa el efecto (impacto) ambiental causado sobre un elemento del medio ambiente por una o varias actividades. Se define el **indicador** más adecuado para dimensionar el impacto (efecto) de manera que pueda ser cuantificable (medible) por evaluación directa o indirecta. Se define adicionalmente la variable que permite darle una magnitud al indicador seleccionado (es el aspecto o **dimensión** medible).

▪ **Parámetro de inferencia**

Para aquellos impactos que no tienen un indicador directo de medición, se busca un parámetro que permita inferir el impacto (efecto) ambiental a partir de la medición de otras variables asociadas a dicho impacto y que pueden cuantificarse. Para efectos de esta estimación se selecciona un **indicador** (variable cuantificable) y se establece su evaluación cuantitativa.

▪ **Tipo de Impacto**

Hace referencia a las características benéficas o dañinas de un efecto y su calificación es de tipo cualitativo **Positivo** cuando se considera benéfico respecto al estado previo de la acción y **Negativo** cuando se considera adverso respecto al estado previo de la acción.

▪ **Probabilidad de Ocurrencia**

Determina la posibilidad de que el impacto ocurra, o no, sobre el componente considerado y se califica en términos de probabilidad : Alta (con toda seguridad el impacto ocurrirá en un tiempo determinado), Media (es probable que el impacto ocurra, pero igualmente puede no ocurrir, las probabilidades para ambos casos son similares) y Baja (con un nivel alto de probabilidad se puede esperar que el impacto no ocurrirá, sin embargo existe un bajo porcentaje de probabilidad de que el impacto ocurra).

▪ **Magnitud**

Extensión o grado de intensidad del efecto de la acción que cuantifica el impacto. Es un indicador complejo que sintetiza la intensidad, el plazo en que se manifiesta el efecto y su influencia espacial. Se califica como **Alta** si el evento perturbador transforma radicalmente las características de estado, calidad, cantidad, estabilidad, personalidad del elemento de forma que pierde su funcionalidad y utilidad previas; **Moderada** cuando el elemento perturbador genera cambios evidentes en el elemento que pueden causar pérdida temporal de funcionalidad y utilidad previas y **Baja** si el elemento perturbador genera cambios parciales a penas perceptibles en el elemento.

▪ **Duración**

Determina la persistencia del efecto en el tiempo, calificándose como a **Largo plazo** si el impacto continua durante la vida útil de ambos proyectos, **Mediano plazo**, si no supera el tiempo estimado de ejecución de los trabajos de construcción del Proyecto y **Corto plazo** si es menor de un mes.

▪ **Alternativa de Manejo**

Determina el tipo de manejo que se le debe dar al impacto teniendo en cuenta que puede ser de **Prevención**, mediante obras o actividades encaminadas a prevenir y controlar los posibles impactos y efectos negativos que pueda generar un proyecto, obra o actividad sobre el entorno natural y humano; **Mitigación** mediante obras o actividades dirigidas a atenuar y minimizar los impactos y efectos negativos que

pueda generar un proyecto, obra o actividad sobre el entorno humano y natural; **Corrección** mediante obras o actividades encaminadas a recuperar, restaurar o reparar las condiciones del medio ambiente afectado, y **Compensación** mediante obras o actividades dirigidas a resarcir y retribuir a las comunidades, las regiones o las localidades por los impactos o efectos negativos que no pueden ser evitados, corregidos o satisfactoriamente mitigados .

Con todos estos elementos se construyó la Matriz de Jerarquización, la que luego de la aplicación de los procedimientos de cálculo correspondientes, dan como resultado valores, que permiten jerarquizar a los impactos de mayor a menor. (Páez 1996)

2.4.4. Matriz de Calificación de Impactos (Leopold)

Permite valorar técnicamente los impactos, para definirlos sobre la base de la predicción, identificación, interpretación e interrelación de los elementos del sistema ambiental.

Utiliza las interacciones ambientales de la Matriz de Identificación de impactos, asignando valores a través de variables ambientales y criterios de calificación en rangos que permiten calificar y cuantificar los efectos ambientales que se producirán en el ambiente por la ejecución y operación del Proyecto, en términos de magnitud e importancia.

Cada elemento de la matriz (celdilla de interacciones entre las acciones del proyecto y los factores ambientales) se incluye dos números (con escalas del uno a diez) separados por una diagonal:

- El primero, que va en la parte superior, indica la magnitud de la alteración del factor ambiental, el cual si corresponde a un valor positivo (+), significa beneficio al ambiente; en cambio si tiene un valor negativo (-), es porque registra adversidades al ambiente.
- El segundo, ubicado en la parte inferior de la celdilla, indica la importancia de la acción determinada frente al proyecto.

MAGNITUD			IMPORTANCIA		
Calificación	Intensidad	Alteración	Calificación	Duración	Influencia
1	Baja	Baja	1	Temporal	Puntual
2	Baja	Media	2	Media	Puntual
3	Baja	Alta	3	Permanente	Puntual
4	Media	Baja	4	Temporal	Local
5	Media	Media	5	Media	Local
6	Media	Alta	6	Permanente	Local
7	Alta	Baja	7	Temporal	Regional
8	Alta	Media	8	Media	Regional
9	Alta	Alta	9	Permanente	Regional
10	Muy Alta	Alta	10	Permanente	Nacional

Fuente: Páez Juan Carlos

Finalmente los resultados obtenidos fueron graficados en coordenadas cartesianas, las que ofrecen una excelente manera de destacar la posición general del impacto, al obtener un gráfico de puntos de fácil interpretación.

3.5. DISEÑO DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

Una vez que se ha terminado de identificar, jerarquizar y cuantificar los impactos ambientales se procede a la formulación del plan de manejo, el que se orienta a cristalizar las acciones que permitan evitar, mitigar, corregir, restaurar o compensar los daños ocasionados por el proyecto, en sus fases de construcción; operación y mantenimiento.

El plan de manejo se inicia con la aplicación de la Matriz de Jerarquización. La línea base describirá aquellos impactos que mayor incidencia tienen con la ejecución del proyecto y que requieren de la aplicación de una de las medidas correctivas siguientes:

- Medidas de Nulificación
- Medidas de Mitigación
- Medidas de Prevención
- Medidas de Compensación
- Medidas de Contingencia
- Medidas de Estimulación

A continuación se procedió al diseño de un conjunto de programas, encaminados a agrupar a los proyectos que tiene un mismo denominador, con su respectiva duración, responsables e indicadores.

Los programas a su vez fueron subdivididos en perfiles de proyecto.

El contenido de los perfiles de proyecto es el siguiente:

- 1) **El problema.-** contiene los antecedentes que generaron el problema; la descripción del problema propiamente dicho; y, la justificación para la adopción de medidas correctivas.
- 2) **Objetivos:** se establecerá un objetivo general, el que describirá qué se quiere alcanzar con la aplicación de la medida; además se trazarán un conjunto de objetivos específicos, que se convierten en las actividades a aplicar para lograr el objetivo general.
- 3) **Actividades Técnicas de Aplicación.-** describen los procedimientos que deben ser aplicados para lograr los objetivos específicos propuestos.
- 4) **Población Beneficiada.-** Se tomaron en cuenta a las poblaciones asentadas en el área de influencia del Proyecto, con la finalidad de atender las necesidades básicas, para que el proyecto sea aplicable y la población sea beneficiada y participe del mismo.
- 5) **Responsable de Ejecución.-** se identifica al o los responsable del que provoca el impacto ambiental. Considera los aportes que deben asignarse para la ejecución del perfil de proyecto y el grado de participación de la población beneficiaria del mismo.
- 6) **Duración.-** considera cualitativamente el tiempo que se requiere para la aplicación de las actividades técnicas hasta alcanzar el grado de cumplimiento de la medida sugerida.

- 7) **Costos.**- Los costos para cada proyecto propuesto serán estimativos, ajustados de acuerdo a las necesidades del organismo financiador.

3.5.1. Plan de Mitigación y Monitoreo

Luego de haber identificado los impactos causados por la ejecución del proyecto se procedió a realizar el Plan de Manejo Ambiental que contiene el Plan de Mitigación y Monitoreo, en el cual incluye los impactos, las acciones de mitigación y el indicador de monitoreo para cada uno de los impactos, tanto en la fase de construcción, operación y mantenimiento.