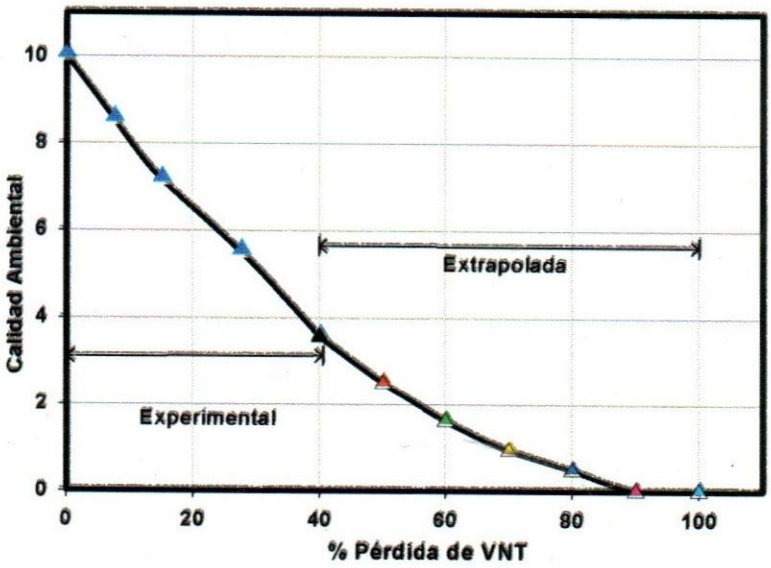
aar0416

TRAB
IID2007
M4

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
FACULTAD DE INGENIERÍA
FACULTAD DE HUMANIDADES Y EDUCACIÓN

Propuesta para Desarrollo de una Función de Transformación para Evaluar la Calidad Ambiental Relacionada con Impactos Sobre Vegetación Natural Terrestre

TRABAJO DE ASCENSO PARA OPTAR A LA CATEGORÍA DE PROFESOR ASOCIADO



Antonieta Melone Mazzarella

Caracas, Mayo 2007

TRAB
IID2007
M4

Universidad Católica Andrés Bello
BIBLIOTECA
Caracas

A mis hijos Carlos Alberto e Iliana,
demostrándoles que con
esfuerzo si se logra.

AGRADECIMIENTOS

- A todos los profesionales del Ministerio de Ambiente por suministrarme información importante para la realización de este proyecto, en especial a los ingenieros Américo Catalán y Roberto Hidalgo.

- A todos los especialistas participantes en este estudio Delphi que contribuyeron con sus experiencias en la realización de las encuestas.

- A las autoridades de la Facultad de Ingeniería de la UCAB.

INDICE DE CONTENIDO

	Pág
Resumen	xiii
Capítulo	
1.- INTRODUCCIÓN	1
1.1 Planteamiento del problema	1
1.2. Objetivo General	4
1.3. Objetivos Específicos	4
1.4 Tipo de Investigación	4
1.4.1 Estrategia General	4
1.4.2 Población y Muestra	5
1.4.3 Diseño y Técnica para la recolección de la información	6
1.4.4 Sustento Teórico-Metodológico	7
1.5 Justificación del Trabajo	10
1.6 Estructura del Trabajo.	14
2.- INTRODUCCIÒN TEÒRICA	16
2.1 Antecedentes	16
2.1.1 Con relación a las Funciones de Transformación	16
2.1.2 Con relación a las Funciones de Transformación en Vegetación	20
2.1.3 Aplicación de la Función de Transformación en Estudios de Impacto Ambiental	27
2.1.3.1 Método Battelle.	27
2.1.3.2 Método Criterio Relevantes Integrados (CRI)	33
2.2 Formaciones Vegetales presentes en Venezuela	40

2.3 Regiones Protegidas ABRAE 48
2.4 Regiones Amenazadas de Venezuela. 52
2.5 Deforestación: Causas 54
2.6 Deforestación: Consecuencias 56
2.7 Investigaciones relacionadas con la deforestación en Venezuela. 61
2.8 Marco Legal Venezolano 66
2.9 Síntesis del Marco Teórico 71

3.- METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 73
3.1 Introducción 73
3.2 Factores Ambientales Considerados. 74
3.3 Procedimiento para la construcción de la función de transformación. 75
3.3.1 Metodo Delphi. 75
3.3.2 Aplicaciones del Método Delphi en EIA. 77
3.3.3 Fundamento del Método Delphi. 78
3.3.4 Esquema Básico del Diseño Metodológico 82
3.4 Cuestionarios. 85
3.4.1 Primer cuestionario: 86
3.4.2 Segundo cuestionario. 88
3.5 Tratamiento Estadístico 88

4.- RESULTADOS 92
4.1 Primer Cuestionario 92
4.1.1 Primera pregunta. 92
4.1.1.1 Comentarios y observaciones de los especialistas con relación a la primera pregunta. 93
4.1.2 Segunda pregunta 97
4.1.2.1.Comentarios y observaciones de los 102

especialistas con relación a la pregunta DOS-A
4.1.2.2.Comentarios y observaciones de los especialistas con relación a la pregunta DOS-B 104
4.2 Segundo Cuestionario 105
4.2.1 Primera pregunta 105
4.22 Segunda pregunta 106
4.3. Elaboración de la curva de transformación. 111

5.- DISCUSIÓN DE RESULTADOS 126
5.1 Primera pregunta 126
5.2 Segunda pregunta 128
5.3 Análisis de la Función de transformación de CA obtenida. 133

6.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 142
6.1. Conclusiones. 142
6.2. Aportes del Trabajo y Propuestas para Investigaciones Futuras. 147
7.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 148
ANEXOS 155
ANEXO A-1. Primer Cuestionario 155
ANEXO A-2 Segundo *Cuestionario* 164
ANEXO B. Procedimiento Para la Extrapolación de las Funciones de transformación 176

INDICE DE TABLAS

Tabla	Titulo	Pág
1	Valores de K según las Especies Vegetales Presentes	21
2	Criterios para Intensidad	34
3	Criterios para la Extensión	34
4	Criterios para la Duración	34
5	Criterios para la Reversibilidad	36
6	Criterios para el Desarrollo	36
7	Porcentajes asignados a cada criterio	37
8	Clasificación del impacto	37
9	Distribución Espacial de la Vegetación en Venezuela	41
10	Clasificación de las Formaciones Vegetales en Venezuela	42
11	Riquezas de Especies en Venezuela	49
12	Zonas Boscosas Sometidas a Régimen Especial: ABRAE	50
13	Grado de Protección de los Bosques en Venezuela	51
14	Clasificación de las 24 Ecorregiones de Venezuela según su Estado de Conservación	53
15	Impactos Probables del Aprovechamiento Forestal	58
16	Deforestación Promedio Anual en Bosques Latifoliados Densos Tropicales (ha)	62
17	Tasa de Deforestación Porcentaje Anual entre 1981 y 1990	62
18	Deforestación y Tasas de Deforestación Anual	63
19	Clasificación de las Tasas de Deforestación	66
20	Resumen del Marco Legal Venezolano Relacionado con Impactos Ambientales sobre la Vegetación.	70
21	Lista de Expertos Ambientales Participantes.	84

22	Efecto de la Pérdida de VNT Sobre Cada Factor. Primer cuestionario, Pregunta Uno.	93
23	Consenso por Factores y por Pérdida de VNT. PrimerCuestionario, Pregunta DOS-A.	99
24	Consenso por Factores y por % de Pérdida de VNT. Primer Cuestionario, Pregunta DOS-B.	100
25	Consenso por Factores y por Pérdida de VNT. Primer Cuestionario, Pregunta DOS-C.	101
26	Efecto de la Pérdida de VNT sobre cada factor. Segundo Cuestionario, Pregunta 1	106
27	Consenso por Factores y por Pérdida de VNT. Segundo Cuestionario: Pregunta DOS-A "Sin Intervención"	108
28	Consenso por Factores y por Pérdida de VNT. Segundo Cuestionario: Pregunta DOS-B "Intervención Moderada"	109
29	Consenso por Factores y por Pérdida de VNT. Segundo Cuestionario: Pregunta DOS-C "Intervención Fuerte"	110
30	Ponderación o grado de importancia del medio afectado por la pérdida de VNT.	112
31	Resumen de los Resultados por Factores y para cada Rango de Pérdida de VNT "Sin Intervención Aparente".	113
32	Contribución de cada Factor a la Calidad Global para los Rangos de Pérdida de VNT "sin intervención aparente".	113
33	Contribución de cada Factor a la Calidad Global para los valores medios de % Pérdida de VNT "Sin Intervención Aparente".	115
34	Resultados de Calidad Ambiental por Factores y para cada Rango de Pérdida de VNT para "Intervención Moderada".	118
35	Resultados de Calidad Ambiental por Factores y para cada Rango de Pérdida de VNT para "Intervención Fuerte".	118
36	Resumen de CA vs pérdida de VNT para distintos grados de	119

	intervención.	
37	Resumen de CA y pérdida de VNT para distintos Grado de intervención (experimental y extrapolada).	120
38	Comparación grado de consenso. Primera Pregunta	126
39	Medianas obtenidas para cada Factor y Comparación del Grado de Consenso .Pregunta: DOS-A Sin intervención	130
40	Medianas Obtenidas para cada Factor y Comparación del Grado de Consenso. Pregunta: DOS-B Intervención Moderada	131
41	Medianas Obtenidas para cada Factor y Comparación del Grado de Consenso. Pregunta: DOS-C Intervención Fuerte	132
42	Determinación del Grado de Perturbación Comparación entre las curvas de CA según el grado de intervención.	138

INDICE DE FIGURAS

Figura	Titulo	Pág
1	Diagrama de flujo metodológico propuesto para el desarrollo del trabajo de la investigación	9
2	Funciones de transformación propuestas por Conesa_ y Dee	22
3	Funciones de transformación propuestas por Gómez Orea	23
4	Funciones de transformación realizadas por Mendoza Puga	25
5	Funciones de transformación propuesta por Garmendia	27
6	Sistema de evaluación ambiental de Battelle-Collumbus.	29
7	Parámetros ambientales del método Battelle-Columbees.	32
8	Diagrama de Flujo metodológico de la EIA en Venezuela	35
9	Esquema del Método de los Criterios Relevantes Integrado (CRI)	39
10	Mapa de Vegetación de Venezuela	46
11	Mapa de zonas boscosas presentes en Venezuela	47
12	Zonas ABRAE de Venezuela	52
13	Mapa de ubicación de las reservas forestales en Venezuela	65
14	Pirámide Jurídica Ambiental	69
15	Esquema del Proceso Delphi.	81
16	Efecto en el error en función del tamaño del grupo	90
17	Caso más desfavorable. Utilización de la Mediana. Dalkey	91
18	Caso más favorable. Utilización de la Mediana. Dalkey	91
19	Porcentaje de afectación por pérdida de VNT al medio ambiente.	112
20	Función de transformación de calidad ambiental vs % perdida VNT (sin intervención)	114
21	Función de transformación para % perdidas de VNT por factor y global	116

22	Función de transformación para % perdidas de VNT	117
23	Función de transformación de CA para % perdidas de VNT para distintos grados de intervención (curvas experimentales)	119
24	Función de transformación de CA para % perdidas de VNT para distintos grados de intervención (curvas experimental y extrapolada)	121
25	Comparación de las coherencias de las funciones de transformación para los distintos grados de intervención.	122
26	Función de transformación de calidad ambiental en función de la pérdida de VNT para distintos grados de intervención.	123
27	Curva de transformación en función de la pérdida de VNT para zona sin intervención.	125
28	Comparación de la función de transformación de CA para % de pérdida de VNT	141

ABREVIATURAS

ABRAE	Áreas Bajo Régimen de Administración Especial
CA	Curvas de Calidad Ambiental
CRI	Criterios Relevantes Integrados
FT	Funciones de Transformación
EIA	Evaluación de Impacto Ambiental
EPA	Environmental Protection Agency
EsIA	Estudios de Impacto Ambiental
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
GP	Grado de Perturbación
LOOT	Ley Orgánica para la Ordenación Territorial
MINAMB	Ministerio del Ambiente
MARN	Ministerio del Ambiente y Recursos Renovables
PUI	Parámetros de Unidades de Importancia
PSC	% Superficie Cubierta
RIC	Rango Intercuartílico
SEAB	Sistema de Evaluación Ambiental de Batelle
ULA	Universidad de Los Andes
VIA	Valoración de Impacto Ambiental
VNT	Vegetación Natural Terrestre

RESUMEN

En la actualidad, los Estudios de Impacto Ambiental y Socio-Cultural pueden realizarse utilizando métodos cualitativos o cuantitativos. Dentro de los métodos cuantitativos usados con frecuencia en Venezuela está el Método de los Criterios Relevantes Integrados, en donde utilizan las Funciones de Transformación o Curvas de Calidad Ambiental que relacionan la medida cuantitativa o cualitativa de un indicador ambiental con un concepto netamente subjetivo de calidad ambiental. Estas curvas están basadas en el Método de Batalle-Columbus (1971) y fueron elaboradas para ser aplicadas en los Estados Unidos cuya realidad y normativas ambientales son diferentes a la venezolana.

En Venezuela se han realizado numerosos Estudios de Impacto Ambiental en donde se considera la pérdida de vegetación natural terrestre (VNT) y en ellos es notoria la falta de una función de transformación realizada para las condiciones del país, por lo que el objetivo principal de esta investigación es proponer la Función de Transformación que relacione el factor Vegetación Natural Terrestre con la Calidad Ambiental adaptada a las condiciones venezolanas.

Para realizar la Función de Transformación se utilizó la técnica Delphi en la modalidad de envío de cuestionarios, con la participación de 23 especialistas de diferentes regiones del territorio nacional.

Se consideraron 8 factores ambientales que relacionan el grado de afectación de los factores debido a la pérdida de VNT, éstos fueron diversidad biológica, fauna silvestre, cuerpos de agua, suelo, microclima, calidad del aire, paisaje y valor económico vegetal; aunque todos fueron aceptados por los especialistas participantes, los resultados obtenidos señalan la contribución de la

diversidad biológica y la fauna silvestre con el 40% del ponderado total; mientras que calidad del aire, paisaje y valor económico vegetal fueron los menos importante en su aporte en el medio integrado.

La forma resultante de la curva de CA fue la esperada para un factor ambiental indeseable y como lo señala Garmendia (2004), su pendiente es negativa y disminuye con la magnitud del impacto. Fueron construidas tres funciones de valor para diferentes grados de intervención que relacionan la pérdida de vegetación según el grado de intervención que presenta el lugar: sin intervención, intervención moderada e intervención fuerte. Su validación se comprobó midiendo el grado de perturbación (GP) entre la situación "Sin proyecto" y "Con Proyecto", lográndose resultados muy cercanos entre ellos y el calificativo para GP fue el mismo. Esto indica que se puede utilizar cualquiera de las tres curvas para valorar la CA al medir el grado de perturbación.

Cabe señalar que el MINAMB actualmente no tiene establecido los límites permitidos en deforestación a nivel nacional; por lo que la clasificación en intervalos de pérdida de VNT, desde baja hasta muy alta tasa se hizo en base a las tasas de deforestación propuesta por Pozzobon y Hernández (2004).

Para comparar la FT para pérdida de VNT con las reportadas, fue necesario realizar la curva espejo de la señalada por Conesa (2003), resultando ser mas restrictiva que la obtenida para Venezuela, lo cual es una señal de la influencia del entorno físico y socioeconómico del país para la cual fue desarrollada.

Adicionalmente, este trabajo establece las bases para una metodología que permiten desarrollar una curva de calidad ambiental para la pérdida de vegetación natural terrestre, así como su aplicación en valoración de impactos ambientales, en proyectos realizados en el país.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los impactos ambientales alteran las características iniciales del medio ambiente provocadas bien sea por un proyecto, obra o actividad; sus consecuencias se van a reflejar sobre la salud humana, el bienestar de la flora y fauna y la disponibilidad futura de los recursos naturales. Mediante los estudios de impacto ambiental, se valoran dichos impactos de una manera cuantitativa. Los resultados obtenidos para cada impacto se presentan en diferentes unidades según el indicador utilizado, por ejemplo pérdida de vegetación natural en hectáreas deforestadas, calidad del aire en concentración de contaminantes gaseosos o sólidos, pérdida de suelo en cm de suelo perdido o toneladas/ ha/año. Su valor se refiere a la cantidad, calidad, grado y forma consecuencia de un factor ambiental es alterado y al significado ambiental que esto representa.

Esto conlleva a plantear varias interrogantes: ¿Cómo representar todos los impactos en una escala de comparación válida, que permita primero jerarquizar cada uno de los impactos y luego seleccionar la mejor alternativa entre las diferentes opciones posibles de una manera objetiva? ¿Es posible comparar estudios de impacto ambiental con características similares?

Realizar la valoración y selección de variables ambientales no es fácil, ya que se trabaja con aspectos que no son concretos ni perceptibles, y esto conduce

a criterios múltiples diferentes que incluyen juicios de valor y pueden causar sesgo e incertidumbre en los resultados.

Las metodologías multicriterios reducen el carácter subjetivo de las evaluaciones al incorporar técnicas sistemáticas, explícitas y del conocimiento público, por lo que por ende permiten comparar resultados más objetivamente, facilitando la convergencia de criterios.

Una de las primeras propuestas desarrollada por el Instituto Battelle-Columbus en 1972, resolvió algunas de las interrogantes planteadas, presentando un sistema en tres etapas para la evaluación de impactos:

- Asignación relativa de pesos de importancia a un grupo de factores ambientales.
- Conversión de los distintos indicadores a unidades homogéneas comparables. Jerarquización de impactos.
- Agregación (con y sin proyecto) para seleccionar la alternativa más adecuada.

Este sistema de evaluación útil en la toma de decisiones, fue desarrollado para proyectos hidráulicos en Estados Unidos; no obstante, y a pesar de estar restringido a 78 factores ambientales, parte del método es utilizado frecuentemente como referencia en estudios de impacto ambiental y en el análisis ambiental de alternativas.

La transformación a unidades ambientales homogéneas en el sistema Battelle se logra mediante el uso de Funciones de Transformación (FT) o curvas de Calidad Ambiental (CA), que relacionan la medida cuantitativa o cualitativa de un indicador ambiental con un concepto netamente subjetivo de calidad ambiental.

Debido a que los parámetros ambientales varían entre regiones e incluso en el tiempo; cada FT debe ajustarse no sólo a las regulaciones legales de cada país, sino también tomar en cuenta sus circunstancias económicas y sociales.

En Venezuela, la empresa Ingeniería Caura S.A en sus estudios de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), ha desarrollado el método propio de los Criterios Relevantes Integrados CRI (López y Senior, 1996), basado en el uso de las curvas de calidad ambiental realizadas por el Instituto Batelle-Columbus y mostradas por Conesa (2003).

Actualmente se están obteniendo funciones de transformación a partir de la recopilación de información técnico-científica de nuestro país (Marín, 2006). Con la ayuda de un equipo de expertos profesionales nacionales que participan en Estudios de Impacto Ambiental (EsIA) se puede realizar una curva funcional adaptada a la realidad venezolana basada en la metodología ya implementada por investigadores del área en otros países.

¿Por qué es importante disponer de una función de transformación para la pérdida de vegetación natural terrestre (VNT) aplicable en estudios de impacto ambiental llevados a cabo en Venezuela?

- La normativa legal vigente establece la obligatoriedad de incluir la variable ambiental en aquellas actividades susceptibles de degradar el ambiente.
- Las actividades, obras o proyectos que involucran deforestaciones de grandes extensiones de terrenos como: construcción de carreteras, urbanización, instalación de una industria, construcción de una presa etc. pueden causar un deterioro de la calidad ambiental y por consiguiente, también traerá consecuencias o efectos negativas para los diferentes componentes del medio ambiente como los cuerpos de agua, el suelo, el aire, el clima, la diversidad genética de las especies y el paisaje.

- Al conocer la FT relacionada con la pérdida de VNT, se podrá valorar la CA y por lo tanto, cuantificar el grado de perturbación que mediante este impacto ocurre sobre el entorno.

1.2. OBJETIVO GENERAL

Proponer la Función de Transformación que contribuya a evaluar la Calidad Ambiental relacionada con impactos sobre Vegetación Natural Terrestre adaptada a las condiciones venezolanas.

1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los parámetros que afecten a la vegetación natural terrestre que se deben medir para relacionar con sus valores de calidad ambiental.

- Determinar la metodología y técnicas de medición de las variables ambientales del factor: Vegetación Natural Terrestre.

- Establecer la función matemática que regirá el rango de comportamiento entre la calidad ambiental y el factor ambiental: Vegetación Natural Terrestre.

1.4. TIPO DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Estrategia General

Este trabajo está orientado hacia un objetivo práctico como es establecer la curva de transformación de Calidad Ambiental para la pérdida de Vegetación Natural Terrestre con referencias venezolanas, en base al método Delphi. Las curvas de transformación reportadas por Batelle (1972; cp. Conesa, 2003) y Gómez Orea (1999) utilizan dicha metodología la cual ya está estandarizada para este tipo de investigación; al igual fue usada por Mendoza Puga (2004) en su tesis doctoral y Marín (2006) en su trabajo de grado de maestría.

Para recopilar la información que condujo a la obtención de la función de transformación de calidad ambiental relacionada con la vegetación natural terrestre se aplicó un diseño de muestreo no probabilístico tipo descriptivo no experimental (Cea,1996) para el cual se entrevistaron a profesionales expertos en el área. En este caso de estudio, se aplicó el método de muestreo no probabilístico tipo preferencial bola de nieve, debido a que no se conocían el número total de expertos con los cuales se iba a trabajar desde el inicio del proceso de las entrevistas. También se puede definir como un estudio no experimental transeccional descriptivo con muestra intencional.

1.4.2. Población y Muestra

En Venezuela no se dispone de numerosos profesionales calificados que trabajan en el área de vegetación. De la población existente es fundamental considerar sus experiencias en el área de impactos ambientales, relacionada con el factor Vegetación Natural Terrestre ya que interesa garantizar que suministren la información más acertada, clara y precisa, sobre la ponderación de los índices necesarios para valorar la calidad ambiental en este ámbito.

En relación con el tamaño de la muestra, al comienzo de la investigación, no se pudo precisar el número de personas expertas en el tema que se iban a

entrevistar. Se comenzó con una muestra inicial, pero en vista de las ventajas que presentaba este tipo de muestreo, fue posible incrementar el número de expertos por referencias personales entre ellos mismos. Cuando se consideró que el número de casos analizados era suficiente y representativo para el estudio, o se agotó el número de expertos referidos, se cerró el proceso de recopilación de información.

1.4.3. Diseño y Técnica para la Recolección de la Información

Para poder desarrollar el presente trabajo se deben investigar los siguientes tópicos:

- Las Normativas Legales vigentes del MINAMB de la República Bolivariana de Venezuela relacionada con la pérdida de vegetación natural a través de la Dirección General de Vegetación y la Dirección General de Bosques.
- Impactos ambientales asociados con la pérdida de vegetación natural terrestre.
- Regiones del país más propensas a sufrir o que están sufriendo cambios en su cubierta vegetal.
- Superficies de vegetación natural perdidas por los diferentes impactos en las distintas regiones del país.
- Límites permitidos por los organismos del MINAMB para la tasa de deforestación de los bosques.
- Técnicas y tipo de encuestas relacionadas con el tema a investigar.

Los expertos o panelistas se seleccionaron tomando como base los siguientes criterios:

- Experticia en evaluación de impactos ambientales.
- Experticia en el área de Vegetación Natural.

- Experiencia en la evaluación, valoración, estudio de impactos ambientales relacionados con pérdida de vegetación.
- Experiencia en determinar y establecer límites de calidad ambiental asociados a normas o leyes del país.

La lista de profesionales expertos seleccionados para la investigación se muestra en el capítulo de metodología. Por el tipo de muestreo se tiene como inconveniente que los resultados obtenidos sólo corresponden al análisis de los datos suministrados, es decir, dichas curvas sólo aplicarán para aquellos casos que cumplan con los datos manejados por los investigadores. Estos expertos de acuerdo a su juicio, experiencia e inducción, brindan sus opiniones acerca de:

- Límites mínimos y máximos de calidad ambiental para el factor pérdida de vegetación natural terrestre.
- Ecuación o forma general de la función de transformación.
- Componentes del factor pérdida de VNT que se relaciona con la calidad ambiental.

1.4.4. Sustento Teórico-Metodológico

Para la construcción de las curvas de transformación de calidad ambiental, como se señaló anteriormente se sigue el método Delphi, el cual se basa en buscar la información a partir de las encuestas aplicadas a los especialistas en el área que se va a estudiar, de acuerdo con la metodología que se especifica a continuación:

1. Suministrarle a un grupo de especialistas en el área de vegetación la información referente a los tipos de vegetaciones y cobertura existentes en

las diferentes zonas del país, con el fin de manejar los mismos datos y así poder tener los mismos criterios de comparación.

2. Suministrarle al mismo grupo las normativas legales vigentes con relación al factor considerado VNT.

3. Pedir a cada uno de los expertos que construya su propia gráfica teniendo en cuenta la información antes suministrada, las formas básicas de su función y su propio criterio.

4. Construir la curva que mejor se ajuste a las elaboradas por los expertos.

En el diagrama de flujo de actividades que se muestra en la figura 1 están representados los pasos que se siguieron para llegar a obtener la función de transformación de Calidad Ambiental adaptadas a la realidad venezolana para el factor ambiental Vegetación Natural Terrestre.

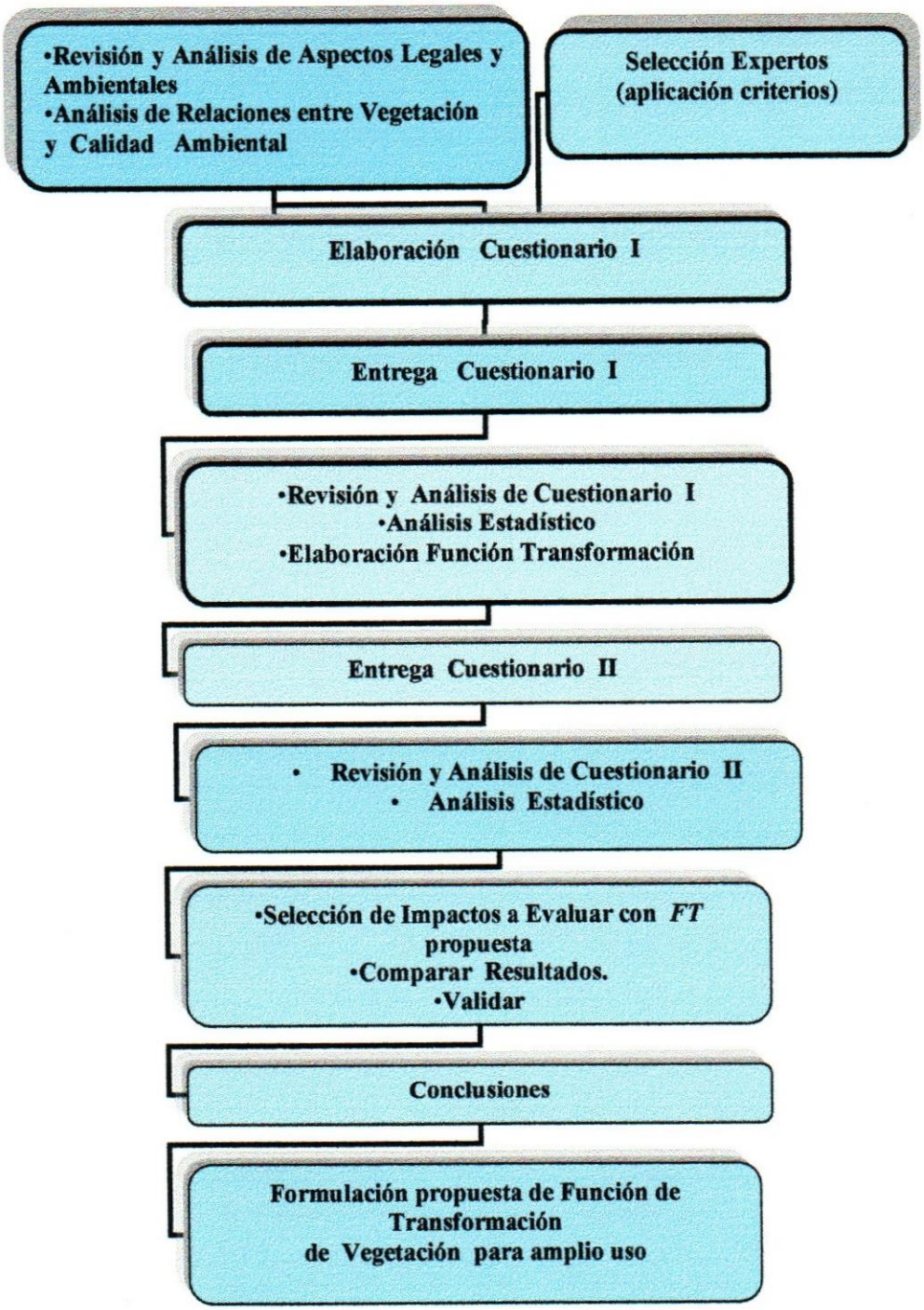


Figura 1. Diagrama de flujo metodológico propuesto para el desarrollo del trabajo de la investigación

1.5. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

Dada la importancia que tiene, tanto a nivel mundial como para nuestro país, conservar la cubierta vegetal natural del suelo basada en la densidad y en la diversidad de las especies presentes, es fundamental aplicar técnicas de medición y metodologías apropiadas que suministren información sobre los indicadores asociados con el factor ambiental: Vegetación Natural Terrestre (VNT), en las diferentes regiones afectadas en el país según su condiciones geográficas y climáticas para detectar posibles impactos ambientales que estén alterando sus condiciones naturales.

Actualmente en Venezuela se dispone de poca información sobre los indicadores que señalan cuándo la vegetación natural de una zona o región está siendo impactada por acciones promovidas por el hombre que alteren y perjudiquen el entorno; entonces cabe preguntarse:

¿Qué decisión tomar en un estudio de Evaluación de Impacto Ambiental para saber si los valores de calidad ambiental están comprendidos en una escala alta o baja cuando la vegetación natural está siendo amenazada por impactos antropogénicos?

Con base en la limitación antes señalada, en este trabajo se pretende desarrollar la curva funcional de Calidad Ambiental adaptadas a la realidad venezolana para el factor ambiental: Vegetación Natural Terrestre. Para realizar dicho estudio hay que destacar la importancia y el significado que tiene la vegetación en el entorno en que vivimos.

Según Lozada (1998) entre las funciones primordiales que cumple la cubierta vegetal natural de una región o país están:

- Desempeña su principal papel como asimilador básico de la energía solar, siendo así el productor primario de casi todos los ecosistemas.
- Es fundamental en la existencia de importantes relaciones con los componentes bióticos y abióticos del medio.
- Es estabilizadora de pendientes y retarda la erosión.
- Disminuye las pérdidas de macro y micro nutrientes.
- Influye en la cantidad y calidad de los cuerpos de agua.
- Mantiene microclimas locales: cambios de temperatura, insolación y humedad relativa.
- Filtra la atmósfera, atenúa el ruido.
- Es el medio para el hábitat de especies animales.
- Constituye un elemento destacado en algunos paisajes naturales.
- Son reservas de biodiversidad y de potenciales recursos fitogenéticos, con diversas aplicaciones y utilidades.

Hoy en día para poder conservar la vegetación natural hay que tomar en cuenta todas aquellas acciones físicas y biológicas debidas a las actuaciones humanas, que directa e indirectamente degradan, transforman o destruyen la cubierta vegetal. Entre las principales acciones están: la erosión, las áreas agrícolas marginales, los incendios forestales, la deforestación sin control, etc. En todos esto casos el indicador biológico a medir, que señala el efecto de un impacto, será la pérdida de cobertura vegetal o la presencia/ausencia de la existencia de relación de especies (Espinoza, 2001).

Debido a la preocupación que tienen los organismos internacionales por la conservación de los bosques a nivel mundial, la FAO (2000) publica periódicamente boletines de los estimados sobre la cobertura forestal y las tasas de deforestación globales y para América Latina, señalando cifras alarmantes en varios países tropicales como Venezuela, Brasil y Colombia.

Según la FAO (1998), referente a los cambios de la superficie forestal en Venezuela entre 1981 y 1990, la superficie anual deforestada fue de 599.000 ha, lo que equivale a una tasa de deforestación anual del 1,2 % en este caso superior a la de América del Sur Tropical que fue de 0,8%. Para el período 1990 al 2000, según las estimaciones de este organismo internacional (FAO, 2000) la tasa de deforestación para nuestro país se redujo al 0,4%, relativamente baja con relación a los países vecinos.

En revisiones hechas en los últimos Balances Ambientales publicados por el Ministerio del Ambiente (1995) muestran las tasas de deforestación que presentaron los estados venezolanos durante las décadas de los 80 y 90, algunos de ellos, como los estados Andinos y Llanos Occidentales fueron altamente impactados por la pérdida de su vegetación natural principalmente por el aprovechamiento maderero (Catalán,1993). En los actuales momentos, este ministerio no dispone de las estadísticas con relación a las cifras reales de la pérdida de vegetación en los estados de nuestro país en su totalidad y por lo tanto no ha podido publicar una versión más reciente de los Balances Ambientales por parte de este organismo. Sin embargo se dispone de información sobre las superficies deforestadas con permisos administrativos permitidas en cada estado de Venezuela publicadas en los Boletines Estadísticos Forestales del MPP Ambiente entre los años 2000 al 2003.

Igualmente, la Universidad de los Andes (ULA) a través de su centro de investigación de la Facultad de Ciencias Forestales, está publicando constantemente diversos trabajos, basados en la tecnología de fotos satelitales, en los cuales se estudian la región andina y los llanos de Venezuela que han sido sometidos al proceso de deforestación. En dichas publicaciones se hace un llamado de alerta sobre la gravedad del impacto ambiental que presentan estas zonas debido a la pérdida de vegetación y cambio del uso del suelo (Pozzobon, 2002 y 2004).

Considerando que la pérdida de la vegetación natural en una región representa un problema ambiental, se hizo una revisión exploratoria de los proyectos sometidos a EIA realizados por la empresa "Ingeniería Caura S.A." en diferentes regiones de Venezuela. En ellos se verificó que, entre las diversas acciones susceptibles a causar impactos sobre los factores del medio ambiente estimadas para su estudio, la pérdida de vegetación natural terrestre está altamente involucrada en la ejecución de diversos proyectos. Por lo tanto, en base a la importancia que representa conservar VNT, ésta debe ser tomada en cuenta en los estudios de E.I.A a realizarse en países tropicales.

En vista de lo expuesto anteriormente, es primordial y necesario conocer cómo es el comportamiento de la curva funcional o la función de transformación que relaciona la pérdida de la Vegetación Natural Terrestre con la Calidad Ambiental adaptada a las condiciones venezolanas. Es importante señalar que la pérdida de vegetación incluye tanto a vegetación primaria y como secundaria.

Cabe destacar nuevamente que en este trabajo se persigue valorar las variaciones de la Calidad Ambiental en una región o zona con relación a la Vegetación Natural Terrestre entre la situación sin y con proyecto, y así analizar la diferencia indicativa del impacto neto que causa dicho proyecto sobre el parámetro antes mencionado.

Las ventajas de disponer de una Función de Transformación para evaluar impactos ambientales relacionados con Pérdida de Vegetación Natural Terrestre adaptada para Venezuela son:

- No se conocen trabajos similares anteriores, por lo que esta investigación es una propuesta nueva, aplicable en estudios de impacto ambiental en el país.

- Puede ser utilizada como una herramienta importante en la metodología de los Criterios Relevantes Integrados (CRI) aplicada a los estudios de impacto ambiental realizados en Venezuela.
- Unifica criterios y sirve como base para establecer una metodología sistemática y homogénea de valoración de impactos relacionados con la calidad ambiental en el país.
- Tomando en cuenta que el método Battelle incluye 68 Funciones de Transformación, esta propuesta es una base para el desarrollo de un nuevo campo de investigación en el área ambiental.

1.6. ESTRUCTURA DEL TRABAJO.

En la introducción se enmarca este trabajo dentro del campo de la Ingeniería Ambiental y se justifica su aplicación en las evaluaciones de impacto ambiental.

En el segundo capítulo: marco teórico, se realiza una revisión bibliográfica en la que se incluye: antecedentes respecto a las curvas de calidad ambiental, revisión de los tipos de vegetación presente en el país, los efectos de la pérdida de vegetación sobre los diferentes factores del medio ambiente estudiados, ponderación y revisión de los valores máximos y mínimos de afectación sobre los factores.

En el capítulo tres se hace una descripción de las metodologías aplicables a la evaluación de impacto ambiental con énfasis en el método de Battelle y Criterio Relevantes Integrados (CRI) y una descripción de la metodología Delphi utilizada con instrumento de consenso para el presente estudio.

En el capítulo cuatro se muestran los resultados estadísticos para cada uno de los cuestionarios aplicados, incluyendo los pasos seguidos para elaborar la función de transformación.

En el capitulo cinco se realiza la discusión de los resultados logrados para cada una de las preguntas de los cuestionarios aplicados. Se analizan las funciones de transformación obtenidas según el grado de intervención presente en la región, se analiza la validación de las curvas midiendo el grado de perturbación y finalmente se compara la función de transformación obtenida con las reportadas en la literatura.

En el capítulo seis, se exponen las conclusiones a las que se ha llegado en este trabajo. También se incluyen algunas sugerencias, que en vista del trabajo realizado y la experiencia adquirida, pueden resultar útiles para posteriores estudios de impacto ambiental para el momento en que se deseen construir nuevas funciones de transformación de calidad ambiental.

En el capítulo siete se incluye las referencias bibliográficas utilizadas y finalmente en los anexos se muestran el modelo de los cuestionarios utilizados para recolectar la información en las dos encuestas aplicadas y además en forma resumida se explican los ajustes matemáticos realizados para la extrapolación de la función de transformación.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. Con relación a las Funciones de Transformación

Numerosos investigadores especializados en el área de estudios de impacto ambiental, como son el Instituto Batelle-Columbus (1972), M.T. Estevan Bolea (1977), D. Gómez Orea (1999), V. Conesa (2003) y Garmendia (2005), han presentado un gran variedad de curvas de transformación que relacionan el valor del índice de calidad ambiental en función de los factores medioambientales más comunes basados en las condiciones físicas, ecológicas y socioeconómicas de Europea y de Norteamérica.

La elaboración de las Funciones de Transformación (*FT*) según Gómez Orea (1999) "es uno de los más difíciles e interesantes desafíos de la metodología porque han de ser fruto del rigor científico, pero deben reflejar también el sentir de la población, la escala de valores sociales". Ellas relacionan la magnitud de cada indicador, medidas en las unidades propias de cada uno de ellos, y su calidad ambiental (CA) expresada en unidades comparables. Según Conesa (1993) las F.T. "es una de las fases más complejas que requiere de un desarrollo en la investigación de efectos, muy importante y acabaría en la definición de una función distinta para cada indicador de impactos que nos permita obtener el índice de calidad ambiental (CA) de un factor en función de la magnitud del impacto recibido por su indicador (M)".

$$CA_j = \mathbf{f}(M_j)$$

El procedimiento utilizado para la obtención de las FT por los grupos de investigadores antes citado, se basa en el método multicriterios y ponderación de la importancia del factor, el cual se denomina "Sistema de Evaluación Ambiental de Batelle" (SEAB). Éste fue desarrollado por el Instituto Battelle-Columbus en 1972 para proyectos hidráulicos de la Oficina de Expropiaciones de los Estados Unidos por encargo de la EPA. Ellos fueron los primeros en proponer funciones de transformación de calidad ambiental (Canter, 1998).

La técnica de ponderación de la importancia del factor en el SEAB presenta gran ventaja frente a otras metodologías ya que obliga a considerar todos los factores sistemáticamente, minimiza los sesgos personales, produce comparaciones consistentes y facilita la convergencia de criterios (Canter, 1998). El modelo SEAB puede utilizarse para otros casos de estudio siempre y cuando se tenga presente el efecto del impacto ambiental al país al cual se va aplicar y el tipo de obra para el cual se diseñó. Además como señala Gomez-Orea (1999) es considerado como el primer esfuerzo serio de valoración de impactos que ha servido de base a modelos posteriores.

Las funciones o curvas de calidad obtenidas por este modelo permiten homogenizar las diferentes unidades heterogéneas de las medidas de los indicadores de los factores afectados por cada proyecto o actividad objeto de Es.I.A., y expresarla en unidades abstractas de valor ambiental. Esta unidades adimensionales están comprendidas en un intervalo que varía entre cero (0) para la situación mas desfavorable hasta uno (1) para la mas favorable; los valores intermedios definen los distintos estados de calidad ambiental posible. Esta transformación se expresa sobre un gráfico en donde las abscisas corresponden a la magnitud del indicador ambiental y en las ordenadas el valor Calidad Ambiental estandarizado. Es importante destacar que la asignación de valores a cada parámetro tendrá que revisarse según el proyecto en cuestión, ya que su valor

puede variar dependiendo de su mayor o menor incidencia en la evaluación del impacto ambiental (Conessa, 2003).

En la revisión bibliográfica realizadas previamente, Dee (1772), Conesa (1993), Gómez-Orea (1999) y Garmendia (2005), han propuesto una gran variedad de funciones de transformación. Las formas básicas de las funciones de transformación pueden ser:

- Lineales o curvas con pendientes positivas para factores beneficiosos para la calidad del medio como por ejemplo: vegetación natural terrestre, calidad del agua, biodiversidad, olores y visibilidad.
- Lineales o curvas con pendiente negativas para factores perjudiciales para la calidad del medio como por ejemplo: la pérdida de la vegetación, hidrocarburos, partículas sólidas en el aire, plaguicida en el agua, DBO y erosión de suelo.
- Tener un máximo o un mínimo intermedio como temperatura, fosfato inorgánico y pH del suelo y del agua.
- De formas escalonadas como ruido, monóxido de carbono y valores históricos.
- De otros tipos según la correspondiente calidad-magnitud del impacto.

La forma de la gráfica de la FT para un parámetro específico puede ser distinta según el entorno físico y socioeconómico del proyecto, modificarse con el tiempo, variar de un sitio a otro y además debe tener en cuenta los criterios técnicos seguidos en su diseño y los requerimientos legales del país. En la medida en que un país se desarrolla suele incrementar las exigencias de calidad ambiental, lo que hace que las funciones inversas se desplacen hacia la izquierda y las directas hacia la derecha (Gómez-Orea, 1999). Los investigadores antes señalados, reportan en sus textos detalladamente la metodología empleada

para construir las curvas basadas en el método Delphi pero no señalan con claridad los criterios utilizados.

Los pasos a seguir para llegar a obtener la curva de transformación empleando el método Delphi de acuerdo a Canter (1998) y Conesa (2003) se pueden resumir en los siguientes:

- Obtener la información científica disponible sobre la relación existente entre el parámetro a estudiar y la calidad ambiental, tanto científica, como de la normativa legal y de las preferencias sociales del entorno.

- Identificar los expertos en el área que puedan colaborar en el desarrollo de la función de valor. Ellos suministrarán la información necesaria mediante la consulta en encuestas basada en sus experiencias previas.

- Ordenar en el eje de la abscisa, la escala de parámetros de manera que el valor más bajo sea cero y aumente en dirección positiva y el máximo con el extremo derecho de la gráfica; no se deben usar valores negativos.

- Colocar en el eje de ordenadas, CA = 0 en el origen y CA = 1, en el extremo superior de la gráfica, dividiendo el segmento en partes iguales.

- Expresar la relación existente entre los intervalos y la magnitud del efecto sobre el parámetro.

- Realizar la media de las curvas de todos los expertos que participan para así obtener una curva del grupo. Para parámetros basados únicamente en criterios técnicos, las funciones de valor deben determinarse por una muestra representativa de la población.

- Repetir el proceso, promediando los resultados con otro grupo distinto de expertos en el caso de desear una mayor fiabilidad de la función.

2.1.2 Con relación a las Funciones de Transformación en Vegetación

En los textos de Evaluación de Impactos Ambientales (EIA) de los autores citados se han reportado diferentes funciones de valor de calidad ambiental relacionadas con la vegetación y la diversidad de especies. En las próximas figuras se muestran las curvas de transformación reportadas por Dee et al.(1972), Conesa (2003), Gómez-Orea (1999), Garmendia (2005) y Mendoza Puga (2004). Estos tres últimos autores las realizaron en base a Normativas Españolas. En ellas se observa que en un caso una relación directamente proporcional entre la calidad ambiental a la magnitud de VNT mientras que en otros, la FT es cóncava, convexa o por tramos, de acuerdo con el parámetro relacionado con vegetación que se está valorando.

1. Conesa (2003) en su "Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental" reporta una serie de funciones de transformación relacionadas con la vegetación, éstas se muestran en la figura 2. Ellos valora la cubierta vegetal basada en "el Interés y la Densidad" de las especies presentes. El interés está referido a la calidad o rareza de las especies presentes (K) y la densidad, al porcentaje de la superficie total considerada, cubierto por la proyección horizontal de la vegetación en su conjunto o por cada uno de sus especies. Tomando como indicador del impacto el porcentaje de superficie cubierta, ponderado en función del índice de interés de las especies existentes, se obtiene la VNT mediante la siguiente expresión:

$$V.N.T. = 100 \ \Sigma_i^n [S_i \ X \ K_i] / S_t$$

Donde S_i = Has cubiertas de cada tipo de vegetación o por cada especie

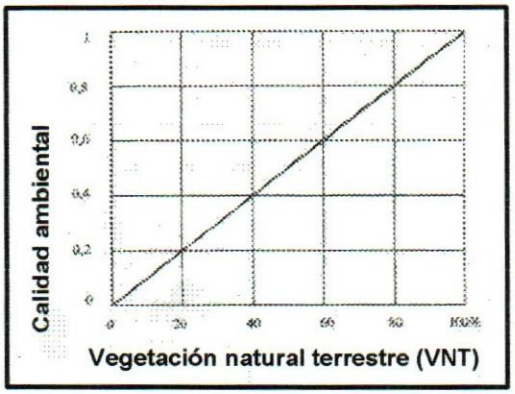
N = Tipos de vegetación o especies
K_i = Índice de productividad
S_t = Superficie total de tierra no arable

El valor asignado para K se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Valores de K según las Especies Vegetales Presentes (tomada de Conesa, 2003)

Especies	**K**
Endemismo	1
Raras	0,8
Poco Común	0,6
Frecuente	0,4
Común	0,2
Muy Común	0,1

Vegetación natural terrestre y Diversidad de Especies [1,2]

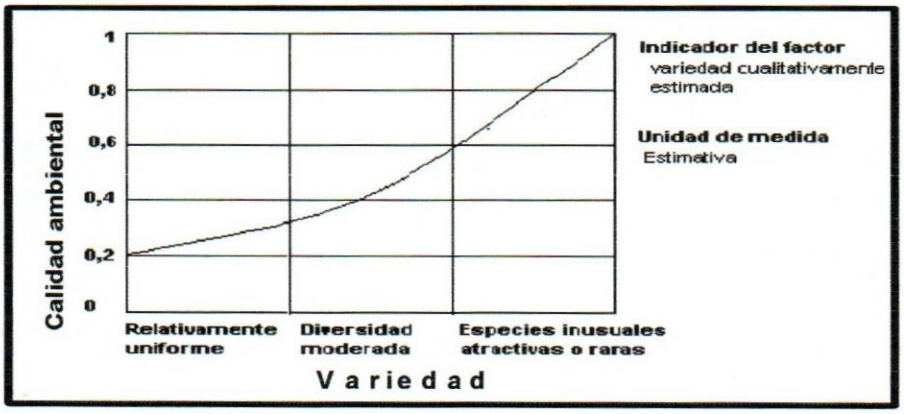


Indicador del factor :

$$VNT = \frac{100\left[\sum_{1}^{n} S_i XK_i\right]}{S_t}$$

S_i = Has de cada tipo de vegetación
n = Tipos de vegetación
K_i = Indice de productividad
S_t = Superficie toral de tierra no arable

Variedad dentro de los tipos de vegetación [1]



Calidad Ambiental vs % Cobertura vegetal [1]

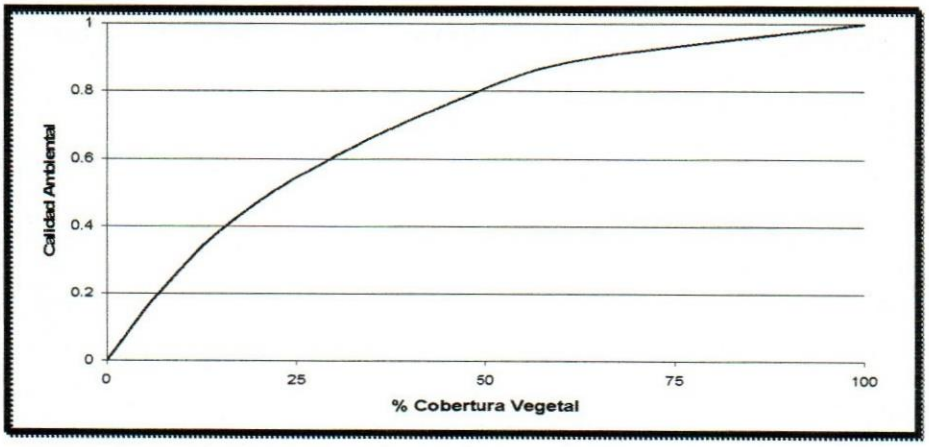


Figura 2. Funciones de transformación propuestas por Conesa[1] y Dee[2]

[1] Conesa, (2003)
[2] Dee., (1972)

2. Las FT para vegetación reportadas por Gómez Orea (1999) representadas en la figura 3, toma en cuenta "la cubierta vegetal del suelo expresada en unidades relativamente homogéneas; el valor de conservación se asigna atendiendo a criterios de diversidad, rareza, naturalidad, presencia de endemismos, estado vegetativo, papel como soporte de la vida y del paisaje."

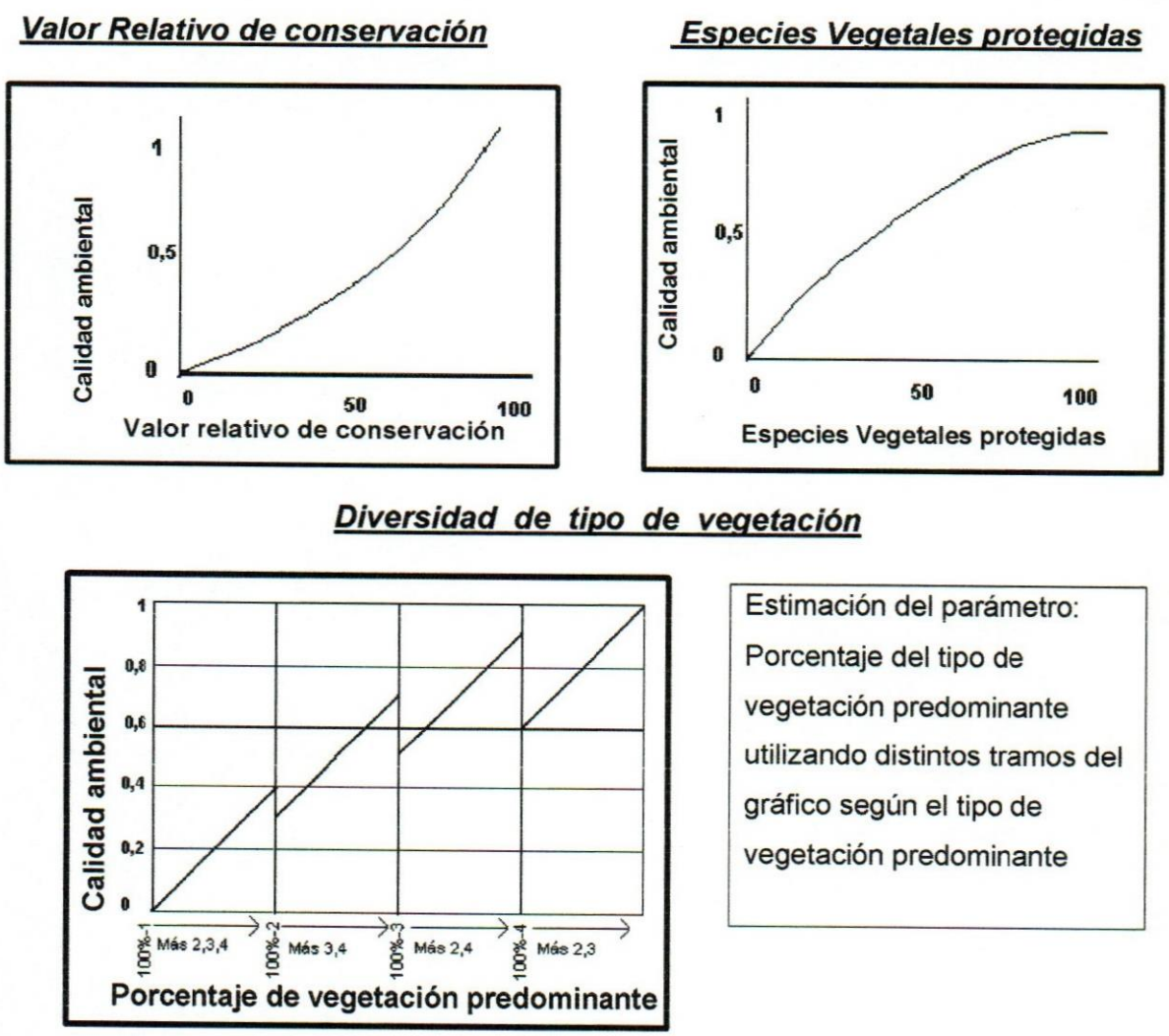


Figura 3. Funciones de transformación propuestas por Gómez Orea

3. Mendoza Puga (2004) en su trabajo doctoral, elaboró funciones de transformación específicas aplicables a la vegetación para la comunidad de Madrid, España para proyectos viales. Analizó la vegetación para esta región localizada en base a la calidad o valor de conservación y la fragilidad a la acción humana.

Los parámetros que definen para medir la calidad son: rareza, endemicidad, complejidad estructural, naturalidad o grado de artificialidad y proximidad al climax. Los parámetros que definen para medir la fragilidad son: rareza, endemicidad, reversibilidad y porcentaje de área de borde. En dicho trabajo se obtuvo la FT para cada uno de los parámetros antes señalados. En la figura 4 se muestran algunas de las curvas de valor.

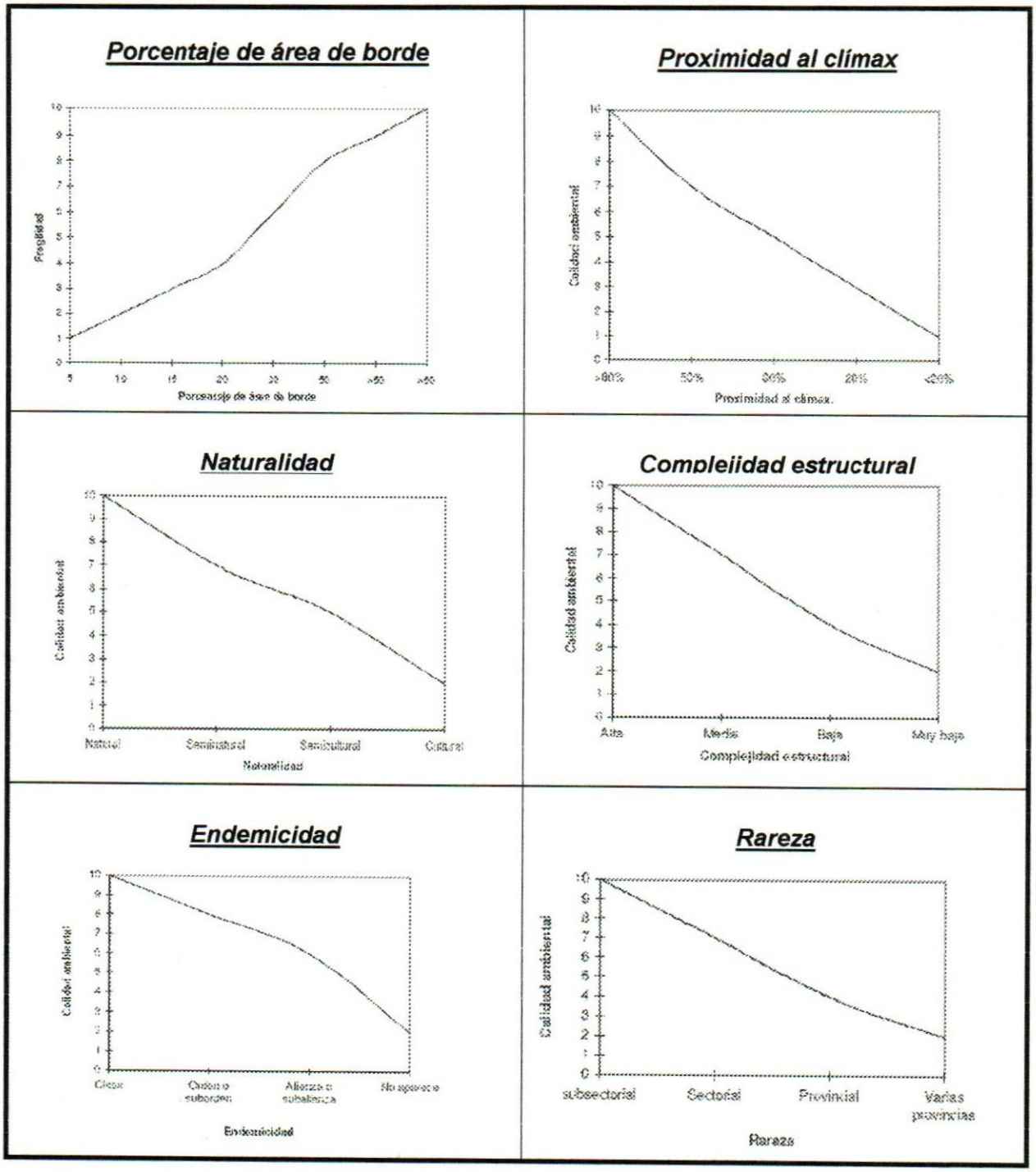


Figura 4. Funciones de transformación realizadas por Mendoza Puga

4. Garmendia, A., Salvador A., Crespo C., y Garmendia L. (2005), consideran nueve formas básicas de funciones de transformación utilizando en las ordenadas la magnitud del impacto en unidades homogéneas, en lugar de la calidad ambiental, parámetro corrientemente utilizado por la mayoría de autores que han elaborado funciones de transformación. Dos argumentos utilizan para esta consideración:

- La relación inversa entre la calidad ambiental y la magnitud del impacto puede causar confusión por la propia complejidad del concepto de calidad ambiental (Al disminuir la calidad ambiental, aumenta el impacto).
- La Legislación Española vigente recomienda una medida cuantitativa del impacto y no de la calidad ambiental.

Mediante esta metodología se mide directamente la magnitud del impacto sin proyecto y con proyecto en unidades heterogéneas.

Magnitud final en unidades homogéneas =

$$\mathbf{f}\,(\text{Magnitud en unidades het})_{CON} - \mathbf{f}\,(\text{Magnitud en unidades het})_{SIN}$$

De esta forma, el valor 1 corresponde al mayor valor posible de impacto (situación más desfavorable) y 0 se le asigna a la situación en donde no hay ningún efecto ambiental, quedando comprendidas la magnitudes intermedias entre estas dos condiciones. Para el caso de la Valoración de la Cubierta Vegetal, el indicador es el % Superficie Cubierta, PSC. Si PSC = 0, el impacto es nulo y si está próximo a 100 cualquier variación modifica rápidamente el impacto. Ellos proponen para PSC una función de transformación parabólica creciente: crece lentamente para valores del indicador pequeño y rápidamente para grandes. La FT se muestra en la Figura 5.

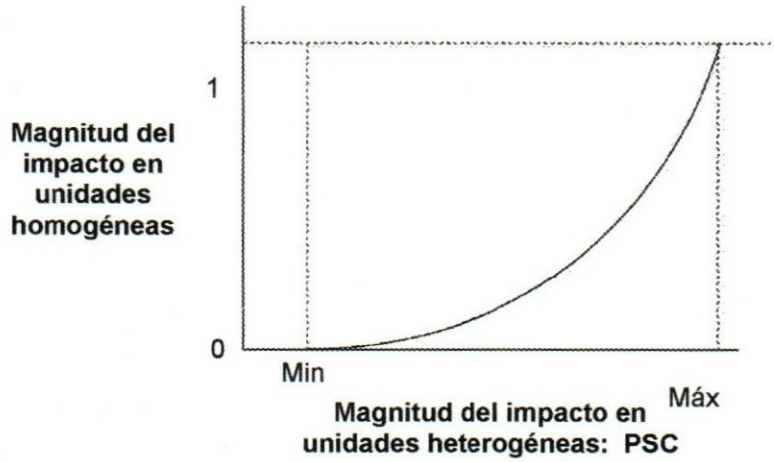


Figura 5. Funciones de transformación propuesta por Garmendia

2.1.3. Aplicación de la Función de Transformación en Estudios de Impacto Ambiental

Es conveniente, en esta sección del trabajo, dar un resumen esquemático del método Battelle-Columbus (1973) empleado en proyectos hidráulicos en Estados Unidos y el de los Criterios Relevantes Integrados (CRI), aplicado en Venezuela y desarrollado por Ingeniería Caura, como una manera de conocer en qué parte del proceso de evaluación se usan las funciones de transformación.

2.1.3.1. Método Battelle

La base metodológica como señala Conesa (2003) es la definición de una lista de indicadores de impactos con 78 parámetros ambientales, que merecen ser considerados por separados, que indican además la representatividad del impacto ambiental derivada de las acciones consideradas. Según Espinoza (2001),

Battelle propone una clasificación de impactos con un formato en forma de árbol conteniendo los factores en cuatro niveles (ver figura 6):

- Categorías (4): corresponden a información más general y representan grandes agrupaciones con dominios similares (ecología, contaminación ambiental, estética, interés para el hombre).

- Componentes (20): se refieren a información intermedia y corresponden a grupos de parámetros similares (agua, aire, suelo, etc.).

- Parámetros (78): dan información específica de aspectos significativos del ambiente (ruido, metales, etc.).

- Las medidas dan información más específica y corresponden a los datos que son necesarios para estimar correctamente un parámetro.

Además se muestra en el mismo diagrama, que en el nivel 3 es donde se aplican las funciones de transformación, en la categoría correspondiente a los parámetros ambientales.

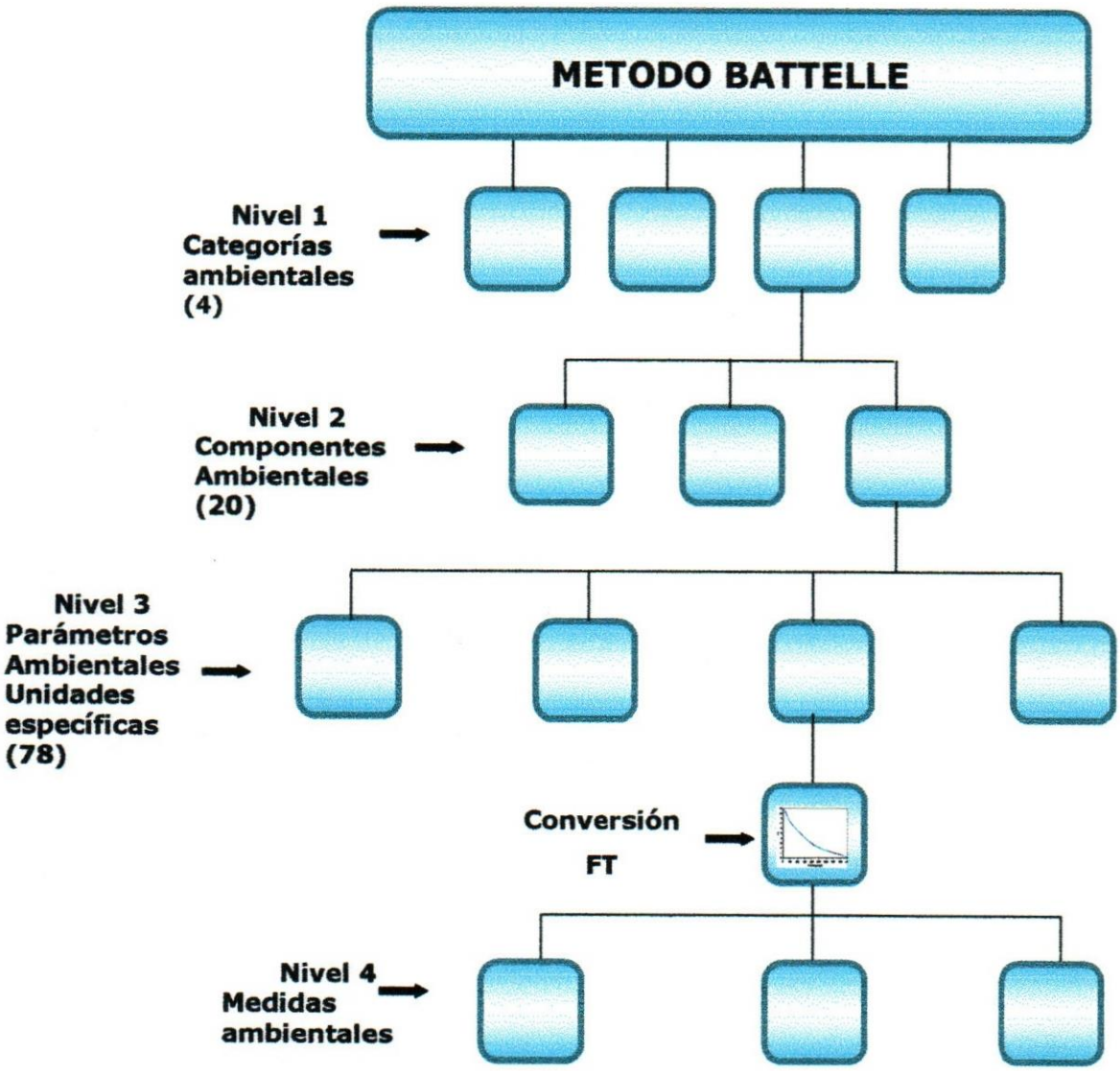


Figura 6. Sistema de evaluación ambiental de Battelle-Collumbus.
Fuente: Guillemo Espinoza (2001),
Adaptado por Marín C (2006).

En base a esta metodología cabe preguntarse:

- ¿Como determina cada impacto en unidades compatibles?
- ¿Cómo agrega los impactos?
- ¿Como se puede determinar la mejor alternativa?

Estas son algunas de las interrogantes que se desarrollan a continuación.

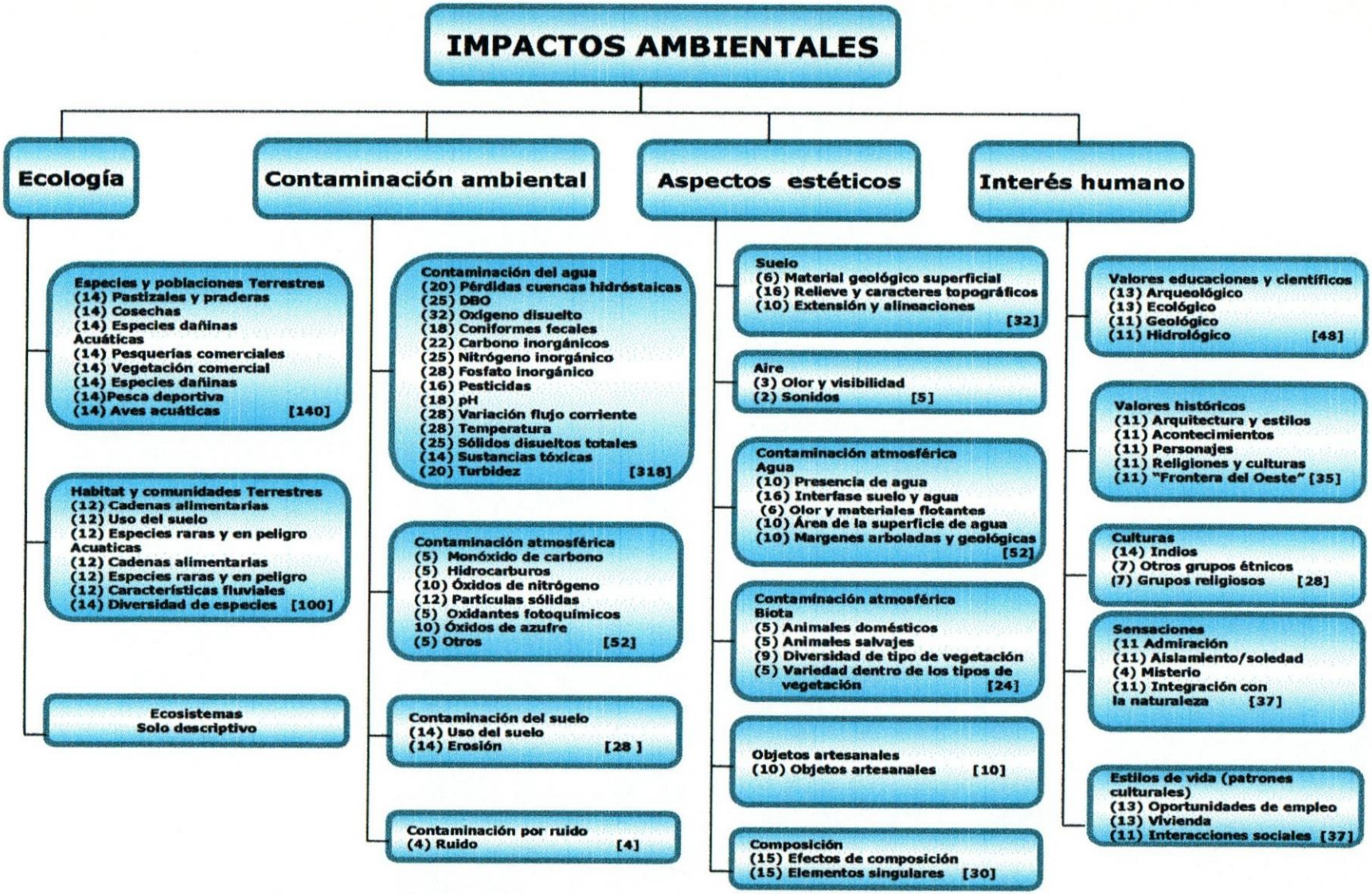
Una vez determinados los parámetros a estudiar se procede de la siguiente manera:

- Se ponderan cada uno de los parámetros (78 para el estudio original) de acuerdo a su importancia relativa dentro del medio ambiente en una escala de parámetros de unidades de importancia (PUI) de 1 a 1000 (figura 6). Este proceso se realiza en base al juicio compartido de un grupo de expertos.
- Una vez obtenida la lista ponderada de variables, el modelo establece un sistema en el que se lleguen a evaluar en unidades comparables. En este momento, se recurre a las FT para convertir cada parámetro a unidades de calidad ambiental, llamado índice de Calidad Ambiental .
- A partir de los dos pasos anteriores, se calcula, para cada parámetro su PUI, multiplicando su peso de ponderación por su respectiva CA, obteniéndose de esa manera, su contribución al impacto total en unidades compatibles (PUI). El paso siguiente es sumar todas las contribuciones para obtener el impacto total.
- El impacto ambiental neto final sobre una cierta intervención es calculada como la diferencia entre dos situaciones, las PUI correspondiente antes y después del proyecto.
- Finalmente comparando para cada alternativa de un proyecto la diferencia neta de PUI, se puede seleccionar la mejor alternativa.

En este método, se estima la calidad ambiental esperada con y sin proyecto. La diferencia en unidades de impacto ambiental entre las dos condiciones puede resultar:

1. Positiva: en cuyo caso la calidad ambiental de la situación con proyecto supera a la situación sin proyecto y el impacto global es positivo.
2. Negativa: en cuyo caso ocurre lo contrario al anterior; la calidad ambiental de la situación con proyecto es menor a la de la situación sin proyecto y el impacto global es adverso.
3. Cero: en cuyo caso no existe impacto agregado global.

El modelo hace un detallado estudio de aplicación al contexto de los Estados Unidos de América, por lo que su utilización en otras situaciones tiene que ser cuidadosamente analizado. Los índices de calidad deben ser desarrollados para cada país o ecosistema comprometido, por último la subjetividad sigue jugando un rol importante.



( ) Parámetros de unidades de importancia (PUI) [ ] Total

Figura 7. Parámetros ambiental del método Battelle-Columbus. Fuente: Conesa (2003)

2.1.3.2. Método Criterio Relevantes Integrados (CRI)

El Decreto 1.257 de la República Bolivariana de Venezuela establece los pasos a seguir para realizar estudios de impacto ambiental. Sin embargo, para la evaluación de los impactos no establece una metodología específica a seguir. En la figura 8 se presenta un esquema metodológico de los EIA realizados en el país.

Según el Decreto 1.257, una vez recopilada toda la información, además descrito y caracterizado el proyecto y realizada la síntesis de caracterización e identificados los efectos ambientales, se procede a realizar la valoración de los impactos, entendida como la medición de un efecto en su magnitud e importancia. Es justamente en esta última etapa, en donde la empresa Ingeniería Caura usando el Método de los Criterios Relevantes Integrados (CRI) propuesto por López y Senior (1996), hasta ahora han venido utilizando las funciones de transformación del Instituto Battelle, para convertir la magnitud del impacto a unidades de Calidad Ambiental.

El método CRI requiere la conformación de grupos de especialistas en diferentes áreas como vegetación, fauna, suelo, hidrología, etc., de tal forma de caracterizar correctamente los efectos sobre los componentes ambientales. Considera la calificación de los efectos según los criterios preestablecidos, para dar un "peso específico" a cada uno de los impactos, permitiendo de esta forma jerarquizar impactos y una cuantificación global con un mínimo de subjetividad. Utiliza los siguientes indicadores o criterios para valorar impactos (Benitez,2002) :

- Probabilidad: el efecto identificado puede o no ocurrir.

- Intensidad: cuantificación de la magnitud o gravedad con que se presenta el impacto. Compuesta a su vez de dos variables: Grado de Perturbación y Valor Socio-Ambiental. En la tabla 2 se muestra la clasificación respectiva.

Tabla 2. Criterios para Intensidad				
Grado de Perturbación	Valor Socio-Ambiental			
	Muy Alto	Alto	Medio	Bajo
Fuerte	10	7	5	2
Medio	7	7	5	2
Suave	5	5	2	2

- Extensión: espacio donde se presenta el impacto; puede ser puntual, local o generalizada. En la tabla 3 se muestran la clasificación respectiva.

Tabla 3. Criterios para la Extensión		
Extensión	Área a Ser Afectada vs Área del Proyecto	Valor
Generalizada	> 75%	10
Extensiva	35 - 75%	7
Local	10 - 35%	5
Puntual	< 10%	2

- Duración: período de tiempo en el cual el impacto se manifiesta. En la tabla 3 se muestran la clasificación respectiva.

Tabla 4. Criterios para la Duración	
Duración	Valor
D < 2 años	10
2 años < D < 5 años	7
5 años < D < 10 años	5
D > 10 años	2

Diagrama de Flujo Metodológico de la EIA en Venezuela

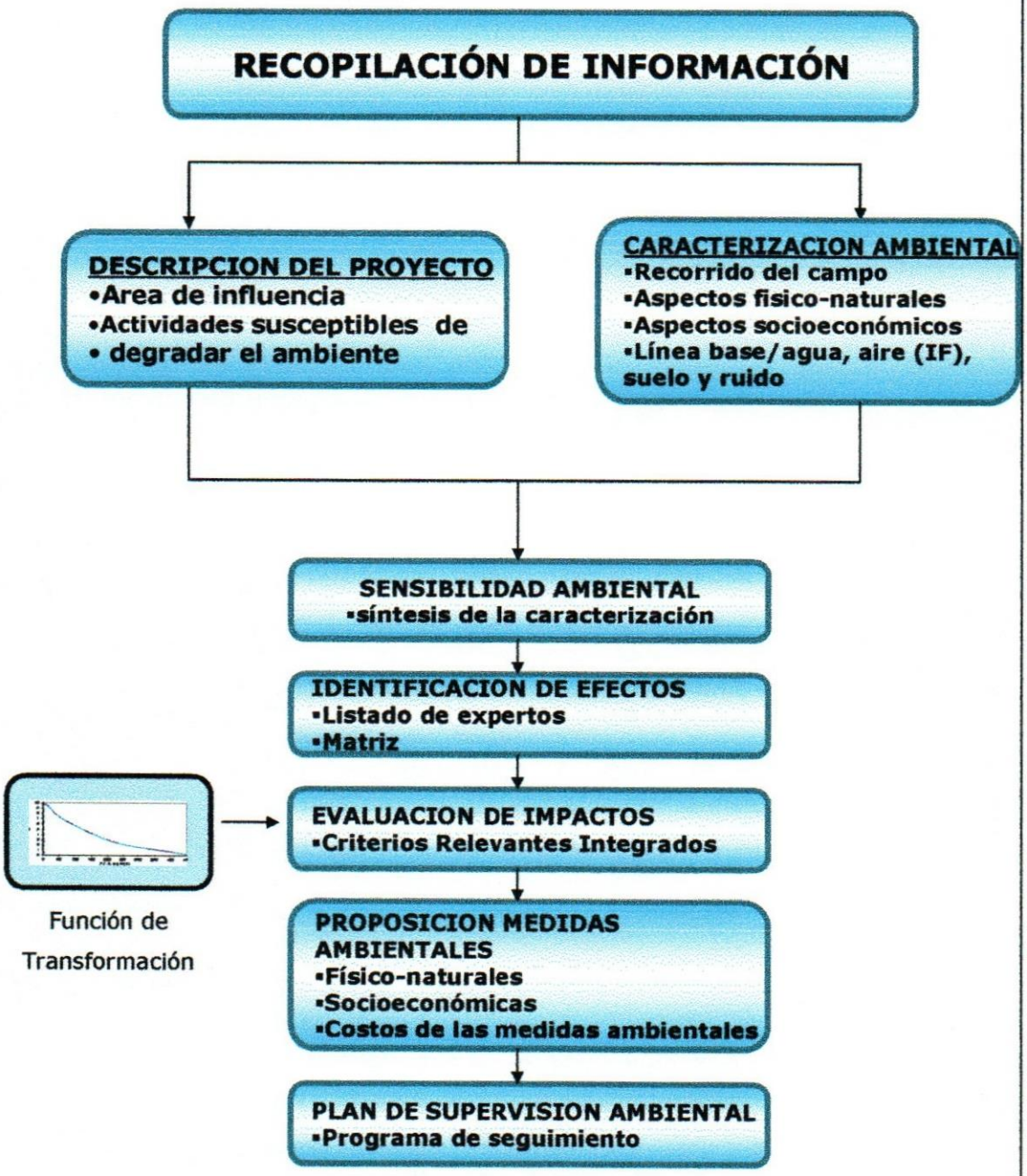


Figura 8. Procedimiento para realizar evaluación de impacto ambiental en Venezuela
Fuente: Manual de procedimiento EIA, I.T.A. Técnicas Ambientales C.A.

- Reversibilidad: capacidad del medio de volver a su condición inicial. En la tabla 4 se muestran la clasificación respectiva.

Tabla 5. Criterios para la Reversibilidad

Reversibilidad	Valor
Reversible	2
Reversible corto plazo	4
Reversible mediano plazo	6
Reversible largo plazo	8
Irreversible	10

- Desarrollo: tiempo que tarda el impacto en manifestarse después de iniciada la acción generadora. En la tabla 5 se muestran la clasificación respectiva.

Tabla 6. Criterios para el Desarrollo

Desarrollo	*Valor*
T < 2 años	*10*
2 años < T < 5 años	*7*
5 años < T < 10 años	*5*
T > 10 años	*2*

En este caso, el impacto total (100%) se considera el resultado de la contribución ponderada de los cinco últimos criterios: Intensidad, Extensión, Duración, Reversibilidad y Desarrollo. En la tabla 6 se muestran los porcentajes asignados a cada uno de ellos.

Tabla 7. Porcentajes asignados a cada criterio	
Criterio	%
Intensidad (I)	40
Extensión (E)	20
Duración (D)	10
Desarrollo (T)	10
Reversibilidad (R)	20

Posteriormente se integran en la siguiente ecuación para obtener la valoración de cada impacto mediante el cálculo del Valoración de Impacto Ambiental (VIA):

$$\mathbf{VIA = 0.4\,I + 0.2\,E + 0.1\,D + 0.1\,T + 0.2\,R}$$

Finalmente, una vez evaluados todos los impactos se ordenan jerárquicamente de menor a mayor, según sus valores del VIA. De esa manera se clasifican en base a la relevancia del impacto: baja, media, alta, y muy alta según su grado de afectación. En la tabla 8 se muestra la clasificación.

Tabla 8. Clasificación del impacto	
Categoría de relevancia	VIA
Muy alta	VIA $\geq$ 8
Alta	5,9 < VIA < 7,9
Media	4,5 < VIA < 5,8
Baja	4,4 $\geq$ VIA

Según el método, la relevancia de un impacto determinará la necesidad y prioridad de la formulación y diseño o no de medidas ambientales, así por ejemplo

un impacto de muy alta relevancia con un VIA mayor o igual a 8 requerirá de la aplicación de medidas de manera prioritaria. Si por el contrario el valor es bajo menor de 4,4 no se consideran medidas adicionales a las inicialmente previstas.

En la figura 9 se muestra el esquema general para el Método de los Criterios Relevantes (CRI) realizado por Marín (2006) señalando en qué parte del mismo se utilizan las funciones de transformación.

En la etapa de valoración de impactos, una vez obtenida la afectación ambiental en sus propias unidades: porcentaje de pérdida de VNT para vegetación, dBA para ruido, $\mu g/m^3$ para las PTS etc., se convierten a unidades homogéneas de CA utilizando la FT correspondiente. Posteriormente, se le asigna el valor de Intensidad para cada impacto utilizando los criterios establecidos en el método CRI.

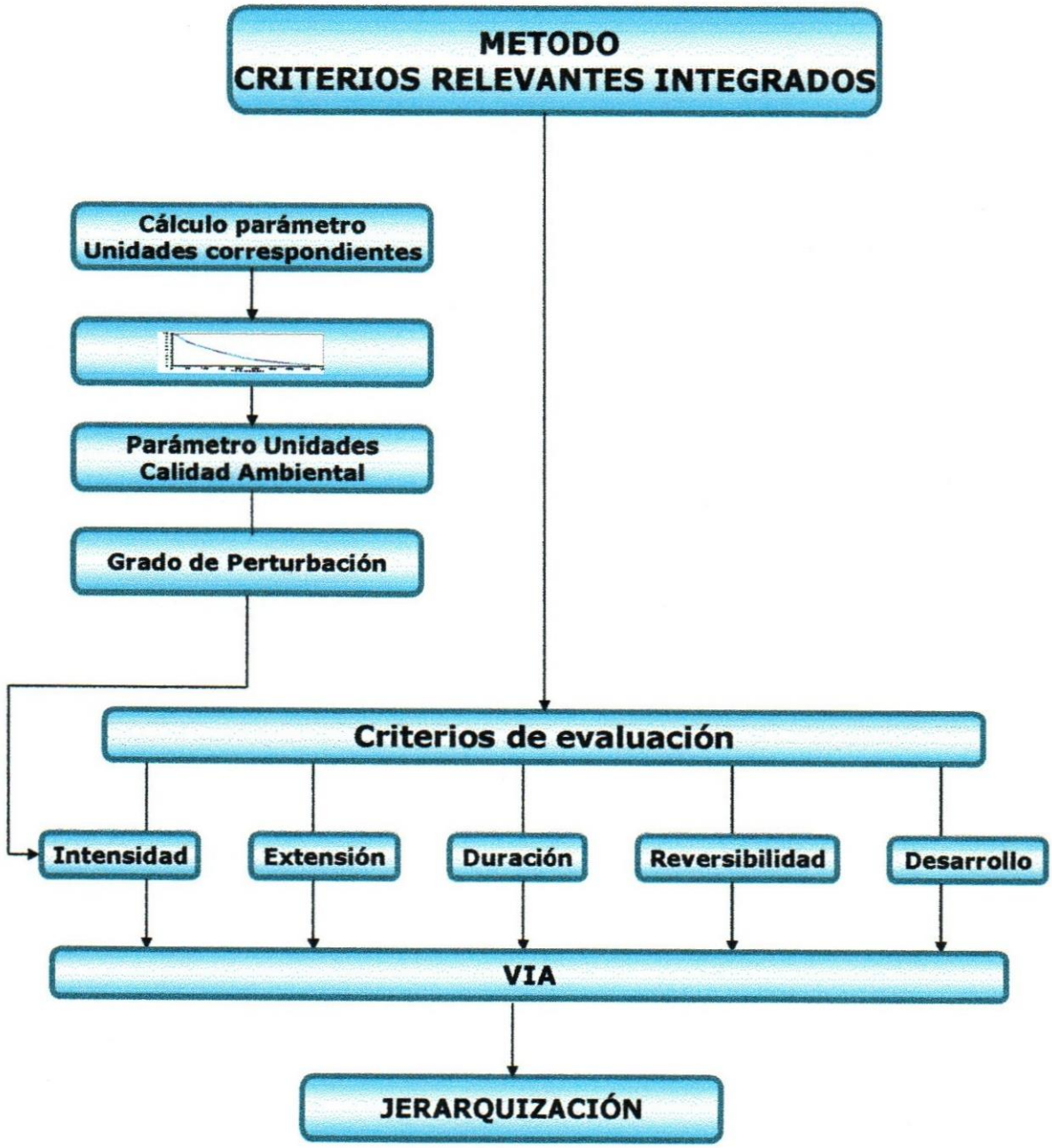


Figura 9. Esquema del Método de los Criterios Relevantes Integrado (CRI) Realizado por Marín,2006.

2.2. FORMACIONES VEGETALES PRESENTES EN VENEZUELA

La vegetación es considerada como la cobertura del espacio físico de un país. En Venezuela una gran parte del territorio nacional está cubierto por enormes bosques y amplias sabanas hasta cierto punto vírgenes, por lo cual la vegetación presenta una gran diversidad de paisajes. La densidad y diversidad de especies vegetales presentes en una zona específica está en mutuo acuerdo con las condiciones geográficas de la región, el tipo de suelo y de las características ambientales del lugar donde se desarrollan.

La vegetación de una zona está afectada directamente por agentes modificadores como: el clima, el relieve, los suelos y el drenaje de los ríos. La interrelación de estos factores da lugar, en Venezuela, a un gran número de formaciones vegetales o ecosistemas la cual está constituida por comunidades arbóreas (boscosas), arbustivas y herbáceas. Así mismo presentan características fisionómicas y estructurales diferentes, dependiendo de su ubicación geográfica.

Con relación a la distribución espacial de la vegetación en Venezuela según el MINAMB actualmente no hay información concreta con relación a la situación real la superficie cubierta por vegetación existente en el país. En base a las cifras publicadas en los Balances Ambientales de Venezuela del MARNR, en 1995 y 1996 y el mapa de vegetación realizado por Hüber, se estimó en 75,8 millones de hectáreas la cual representaba el 82,7% del territorio nacional. Esta cubierta vegetal estaba integrada por comunidades típicas de bosques de galería, manglares, espinares, matorrales, herbazales, páramos, sabanas y asociaciones de sabanas. El restante 17,3% está representado por actividades agrícolas, uso urbano, embalses y cuerpos de agua de cierta magnitud, plantaciones y áreas descubiertas. En forma más sencilla, de acuerdo a su fisionomía, la vegetación se puede diferenciar en tres tipos de comunidades: arbórea, arbustiva y herbácea.

Tabla 9. Distribución Espacial de la Vegetación en Venezuela (tomada del MARNR, Balance Ambiental de Venezuela ,1995)

Tipo de Vegetación	(%)	Estados con mayor cobertura vegetal
Vegetación Arbórea	54,2	Amazonas, Bolívar y Delta Amacuro
Vegetación Arbustivas	8,1	Lara, Falcón y Anzoátegui
Vegetación Herbáceas	20,4	Bolívar, Apure, Guárico y Anzoátegui
Actividades Agrícolas, Urbano, Embalses, Plantaciones y áreas cubiertas	17,3	Centro Norte Costero

La vegetación arbórea es aquella comunidad que presenta alturas mayores a los 5 metros y la vegetación arbustiva alturas que oscilan generalmente entre 3 y 7 metros. La proporción de la superficie nacional con vegetación arbórea es de 54,2%. Esta categoría incluye bosques, bosques de galerías, manglares y cantiga amazónica. Las zonas cubiertas por este tipo de vegetación suman una superficie de 49.666.000 ha. Los estados con mayor índice de cobertura boscosa son Amazonas, Bolívar y Delta Amacuro y están catalogados como Bosque Húmedo Tropical.

Los estados con mayor cobertura por vegetación arbustiva formada por el 8,1% de territorio, son Lara, Falcón y Anzoátegui, donde Falcón está ubicado fitogeográficamente en la zona de vida de monte espinoso tropical mientras que el estado Lara se presenta dentro del monte espinoso premontano, en la mayor parte de su superficie vegetal.

La vegetación herbácea la cual constituye el 20,4% del territorio se presenta en mayor cobertura en los estados Bolívar, Apure, Guárico y Anzoátegui.

Según lo establecido en el Sistema de Clasificación de las Zonas de Vida o de las Formaciones Vegetales del mundo (libro rojo de la Flora, 2005) en Venezuela se identifican 22 zonas de vida y del mapa de Vegetación suministrado por el Ministerio del Ambiente (figura 10) se pueden distinguir ocho grandes formaciones vegetales desde el punto de vista geográfico. Sus características principales se presentan en la tabla 10, esta información fue extraída del Libro Rojo de la Flora, de los textos de Educación Ambiental publicados por el UPEL y varias referencias obtenidas de páginas electrónicas venezolanas citadas en la bibliografía.

Tabla10. Clasificación de las Formaciones Vegetales en Venezuela	
Bosques Deciduos	Constituyen la formación forestal más extendida y supera en importancia a las selvas y a los bosques nublados. Se les llama bosques deciduos o caducifolios porque cada año, durante la estación seca pierden sus hojas, "los ecólogos los consideran formaciones tropófilas". También son abundantes las epifitas y las lianas. Se caracteriza por árboles de poca altura y troncos delgados que se localizan principalmente en las faldas de las montañas de la Cordillera de la Costa y en la zona de las Mesas Orientales de los Estados Anzoátegui y Monagas.
Bosques Semi Deciduos	Son los bosques más extensos y ricos en maderas. Se extienden al noreste de Guayana, en los llanos occidentales, en la depresión del Lago de Maracaibo y en las vertientes de las cordilleras de Los Andes y la Costa. Las especies más representativas son: caoba, cedro, apamate, pardillo, samán, saqui-saqui y otras. Esta formación es de especial importancia para la economía nacional por encontrarse en ella la materia prima para la industria del mueble y de la construcción.
	Se le también denominan Selvas lluviosas o pluviales, son formaciones vegetales que corresponden a los climas siempre

Bosques Siempreverdes	calientes y húmedos. Se extienden desde el nivel del mar hasta aproximadamente los 800 metros de altitud. Estas zonas presentan grandes precipitaciones durante todo el año, se promedian más de 200 mm, sin que en ningún mes la pluviosidad este por debajo de los 60 mm. La temperatura media anual de estas regiones nunca es inferior a los 26°C y alta humedad atmosférica. En las selvas lluviosas existe una gran multiplicidad de especies en áreas limitadas, a diferencia de los bosques de latitud media en las cuales hay una especie dominante. Son abundantes las plantas trepadoras o enredaderas de tipo leñoso, por ejemplo las lianas; existe gran variedad de epifitas entre las cuales se destacan, las orquídeas. Los árboles no poseen raíces profundas, se sostienen gracias a enormes contrafuertes o espolones, y sus hojas son muchas y de gran tamaño. Los troncos son notables, rectos y lisos, las primeras ramas nacen a una gran altura del suelo alcanzando más de 30 mts. Las selvas lluviosas comprenden zonas llanas y de abundante precipitación como lo es Amazona, Sur de Guayana, Depresión de Yaracuy, Sur de la cuenca de Maracaibo. Presenta la mayor diversidad de especies donde se destaca el caucho, chiquichique y numerosas palmeras.
Bosques Ribereños	Conocidos también como bosques de galería, se prolongan a lo largo de los ríos, alcanzando anchuras desde 100 mts hasta 300 mts especialmente en los llanos, constituidos por árboles de mediana altura que permanecen verdes durante todo el año debido a la humedad proporcionada por los cuerpos de agua. La especie más común es la palma moriche por lo que en algunos lugares se les llama morichales, cuando ésta domina en su composición.
Bosques Nublados	Su ubicación está determinada por la zona de condensación de la humedad del aire en las montañas. En las laderas altas de las montañas presentan siempre una faja de nubes producto de la evaporación diaria debido a las elevadas temperaturas de las llanuras y esto origina una intensa humedad permanente en la región. Los bosques nublados se localizan en áreas que presentan temperatura medias inferiores a los 20°C, gracias a la altitud. Ejemplos en la cordillera de la Costa, en los Andes y en los Tepuyes de Guayana, estos bosques se encuentran hasta los 2000 mts. Sus árboles alcanzan grandes dimensiones y sus hojas son grandes y perennes; las epífitas son muy abundantes al igual que los helechos y las palmeras enanas.
Sabanas y	Es la vegetación predominante de los llanos, caracterizada por ser una cubierta herbácea (hierbas) formada fundamentalmente por gramíneas, con arbustos y árboles aislados o en pequeños grupos. En Venezuela la sabana cubre el 40% del área nacional, ocupando

Herbazales	gran parte de los llanos y una parte considerable de Guayana. También áreas de sabanas aisladas como los llanos de Monay, en Trujillo. La formación vegetal de la sabana se debe a la distribución estacional de las lluvias, concentradas en una estación anual o a la permeabilidad excesiva de los suelos. Las lluvias alcanzan un promedio anual de 1200 hasta 1500mm, comienzan en abril y luego viene un periodo que alterna el seco y la lluvia para continuar de junio a octubre, son tan fuertes las lluvias que producen inundaciones. Para los meses de noviembre y diciembre comienza la estación seca. Dentro de las formaciones de sabana se encuentra: a) Sabanas del piso superior de los llanos: corresponde al pie de monte Andino y la Cordillera del Norte y las mesas del llanos Orientales. Las hierbas que los constituyen son duras y ralas debido a los suelos arcillosos- pedregosos y permeables. b) Sabanas del piso medio de los llanos: son hierbas excelentes que permite el desarrollo ganadero, pero en el suroeste de Apure la condición arenosa del suelo hace muy pobre la vegetación. c) Sabanas del nivel inferior de los llanos: sus características son de praderas. Son las regiones inundables durante la estación lluviosa y se encuentra en la red fluvial de Apure. Los suelos aluvionales son arenosos y su proporción de humus es empobrecida aún más por las quemas anuales.
Arbustales y Matorrales	Es una formación vegetal caracterizada por el dominio fundamental de especies arbustivas (arbustos) de menos de 5 metros de altura muy condicionada por el clima. Se encuentra ubicada en la cima y ladera de los tepuyes, en la Cordillera de los Andes como vegetación arbustiva y en la Cordillera de la Costa.
Cardonales y Espinares	Caracterizada por la presencia de vegetación xerófila, son paisajes de clima seco de estepa, donde la precipitación es menor a los 800 mm que les da caracteres de semiaridez y aridez, encontrándose así tres tipos de formaciones vegetales: a) Bosques deciduos semisecos (espinares y cujizales) b) Bosques secos (cardonales) c) Vegetación de médanos, con características extremas de xerglilia. Las mayores áreas de vegetación xerófila en Venezuela se encuentran en el bolsón de Lara - Falcón, el borde de la cordillera de la Costa que va desde La Guaira a Puerto Cabello, en la sección norte de la cuenca de Maracaibo, los llanos Centrales y Orientales, Guajira, penínsulas de Paria y Araya. En Lara - Falcón predominan los bosques secos dominando los cardones y las tunas. La manifestación más extrema de la vegetación xerófila se encuentra en las dunas o médanos en la Guajira y algunas partes del llano. Se ubica en la zona mas seca del país y se caracteriza por árboles de 4

	a 6 metros de altura, predominando el cují, el dividivi, el guayacán, cardones, tunas y otras especies espinosas.
Vegetación Litoral	Se localiza a lo largo de las costas bajas venezolanas, desde la Península de la Guajira hasta la Península de Paria y en el litoral Atlántico, incluyendo las islas. Se caracteriza por la presencia de vegetación xerófila y halófila, la cual tiene pocos requerimientos de humedad y gran resistencia a la insolación y altas temperaturas, se desarrolla en contacto directo con el mar, entre los cuales predominan los manglares. Éstos con sus largas raíces contribuyen a la fijación de sedimentos que son aportados por los ríos. Los manglares que se encuentran en el Delta del Orinoco alcanzan altura hasta los 25 mts, menores a los del litoral del Caribe, Golfo de Cumaná, lagunas como la de Píritu, Carenero, costas de Falcón, Carabobo.
Vegetación Tepuyana	Esta unidad de vegetación es típica de las cimas y farallones tepuyanos del Escudo Guayanés. Incluye todo un mosaico de diferentes formaciones entre las que se diferencian los bosques bajos o enanos, arbustales enanos, herbazales y la vegetación sobre la roca prácticamente desnuda. Se localiza al sur de el Estado Bolívar y en el Estado Amazonas.
Vegetación de Páramos	se encuentra a partir de los 3.000 metros de altitud, donde el frío intenso y las escasas lluvias dan lugar a una vegetación pobre y rala. Las precipitaciones alcanzan unos 600 mm anuales y la temperatura media está por debajo de los 5°C. La vegetación es abundante en musgos, líquenes, helechos y algunos arbustos leñosos, los frailejones son característicos y florecen durante todo el año.

En la figura 10 se muestra el mapa de Venezuela donde se señalan la ubicación geográfica de las formaciones vegetales presentes en cada región del país. Igualmente en la figura 11 se muestra la ubicación de las diferentes zonas boscosas.

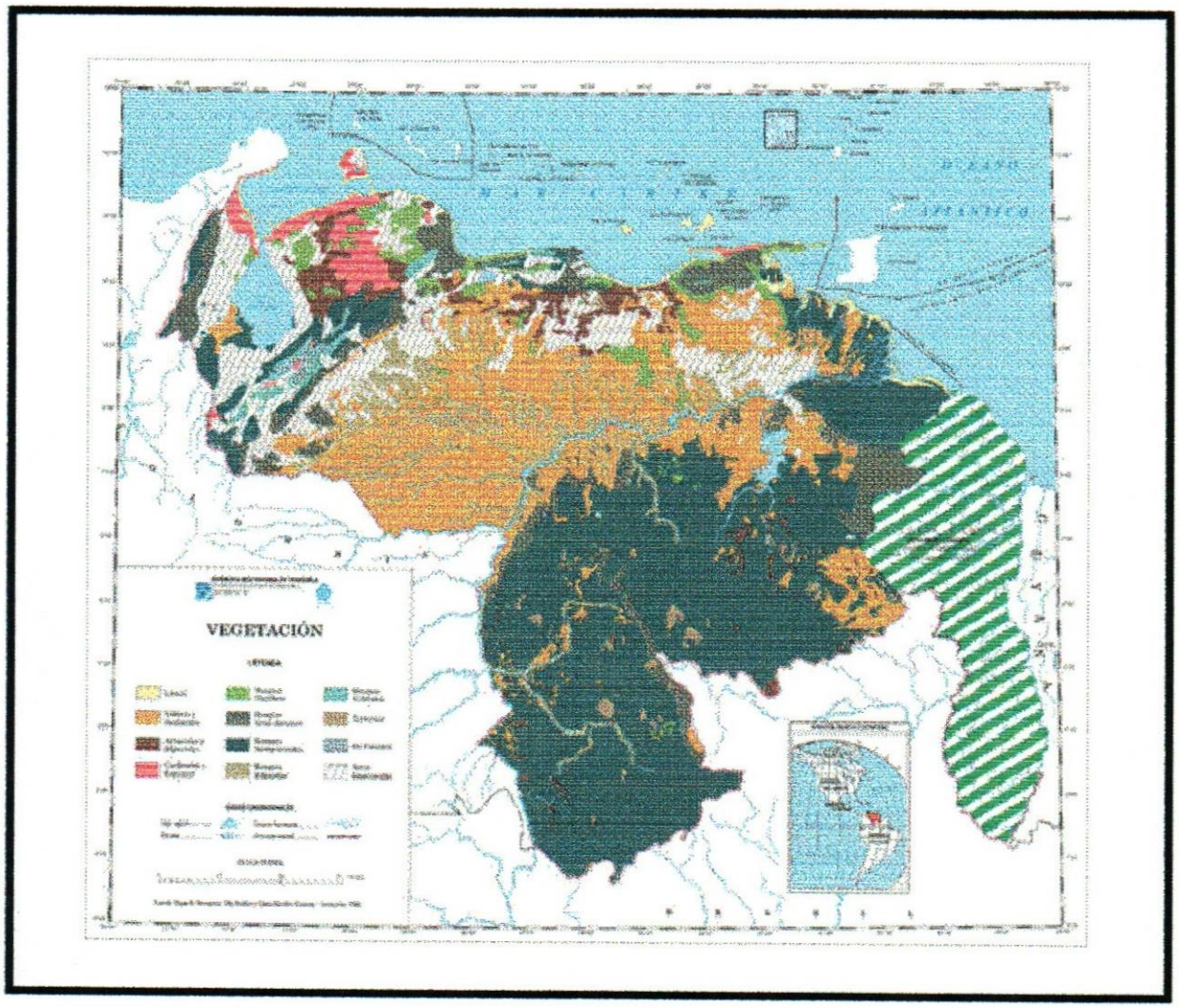


Figura 10. Mapa de Vegetación de Venezuela[3]

[3] **MARNR (1998) Diversidad Biológica en Venezuela, Caracas: Fundambiente**

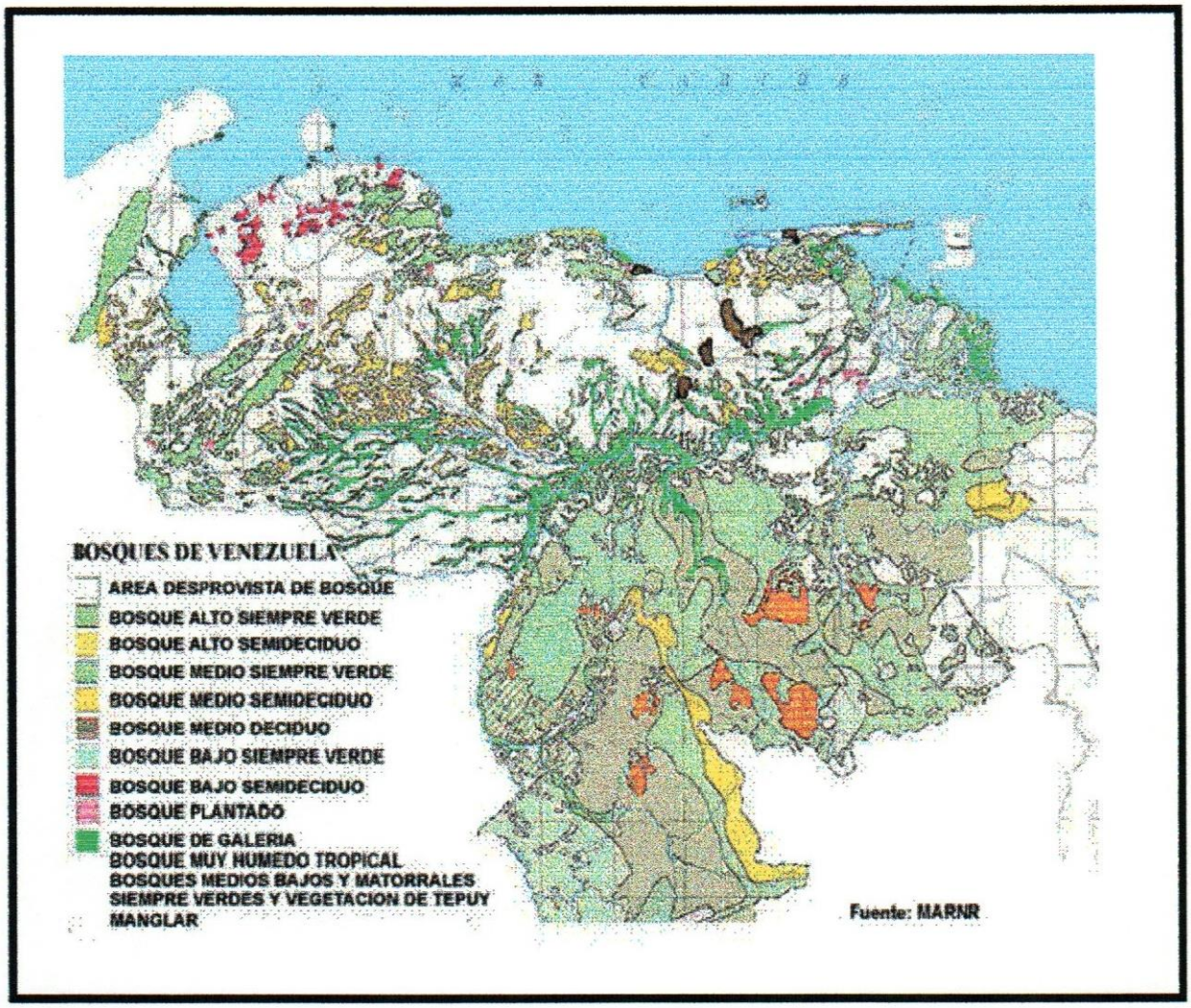


Figura 11. Mapa de zonas boscosas presentes en Venezuela[4]

[4] **MARN Estrategia Nacional sobre Diversidad Biológica y su plan de Acción, Caracas Venezuela, junio 2001**

2.3. REGIONES PROTEGIDAS ABRAE

La cubierta vegetal de una zona además de ser el hábitat de especies animales y producto primario de alimento, tiene una relación importante con los componentes bióticos y abióticos del medio. Hoy en día hay que tratar de conservar la mayor extensión de superficie terrestre cubierta por vegetación evitando o modificando aquellas acciones físicas y biológicas que degradan, transforman o destruyen la vegetación por la intervención humana.

Venezuela ha sido clasificada como uno de seis países 'megadiversos' de Latinoamérica, considerada entre los diez lugares más importantes del mundo para la conservación de la biodiversidad de nuestros bosques tropicales. Ésta es importante por el valor que tienen los mismos para la investigación médica y la producción de medicinas así como el saneamiento de otros problemas ambientales.

El conjunto de plantas existentes en un lugar es el resultado de un largo y permanente proceso de evolución biológica que puede remontarse incluso a millones de años. Cada especie es el producto de la recíproca influencia de su carga genética y sus condiciones ambientales. Así por ejemplo, se conocen los frailejones (Espeletia sp) que sólo existe en los Andes venezolanos; los montes espinosos ubicados en la costa occidental y la vegetación de sabana, que se distribuye en los llanos y en las planicies. Hüber y colaboradores (Hüber 1998, cp libro rojo de la Flora,2005) recopilaron los datos florísticos disponibles para elaborar una estimación de los valores preliminares sobre la distribución de la riqueza vegetal en las diferentes regiones fisiográficas del país la cual se muestra en la tabla 11.

Se puede observar que los mayores niveles de diversidad de especies en Venezuela se asocian claramente con las tierras altas de los grandes sistemas montañosos, cuyas condiciones de pronunciada variabilidad ecológica y aislamiento geográfico favorecieron los procesos de especiación, tal como se observa en el caso de las montañas de la Guayana, los Andes y, en menor medida, de la Cordillera de la Costa (Steyermark, 1979, cp del libro rojo de la flora,2005).

Tabla 11. Riquezas de Especies en Venezuela (tomado del libro rojo de la flora,2005)

Región Fisiográfica	Nº estimado de especies
Andes	4500 – 5000
Cordillera de la Costa	3000 – 3500
Guayana	9500 – 10300
Llanos	2000 – 2500
Total	15500

Con la finalidad de garantizar el potencial ecológico del país, el Ejecutivo Nacional ha declarado "Áreas Bajo Régimen de Administración Especial" (ABRAE) mediante la Ley Orgánica para la Ordenación Territorial (LOOT) para controlar las acciones inducidas por el hombre que conllevan a degradar y destruir la cubierta vegetal. Según el MINAMB define la ordenación del territorio como: "La regulación y promoción de la localización de los asentamientos humanos, de las actividades económicas y sociales de la población, así como el desarrollo físico espacial, con el fin de lograr la armonía entre el mayor bienestar de la población, la organización de la explotación y uso de los recursos naturales y la protección y valorización del medio ambiente, como objetivos fundamentales del desarrollo integral".

La aplicación de concepto de ordenación territorial que establecen las actividades posibles en un territorio, tiene incidencia notable y asertivamente sobre los espacios. Esto implica que contribuye de una manera extraordinaria en la conservación de los recursos naturales, de la biodiversidad y a la solución de los problemas ambientales, entre ellos la deforestación irracional, la desertificación y la sequía.

En Venezuela existen 250 áreas sometidas a régimen especial las cuales cubren una superficie aproximada de 42 millones de hectáreas, cifra que representa un 46% del territorio nacional. En la tabla 12 se muestra las zonas boscosas de régimen especial clasificadas de acuerdo a su función.

Tabla 12. Zonas Boscosas Sometidas a Régimen Especial: ABRAE

(tomado de Situación de los bosques en Venezuela, 2002)

FINES	ABRAE	Superficie con Vegetación (ha)
Reproductores	Reservas Forestales	10.679.097
	Lotes Boscosos	1.052.210
Recreacionales, Científicos y Educativos	Parques Nacionales	10.970.573
	Monumentos Nacionales	1.113.392
Protectores	Zonas Protectoras	11.220.199
	Reservas Hidráulicas	1.354.777
	Refugios de Fauna	73.058
	Reservas de fauna	70.875
	Reservas de Biosfera	9.525.000

Las áreas protegidas juegan un rol fundamental en el manejo y conservación de los recursos naturales renovables, incluyendo especies silvestres, paisajes naturales y hábitat.

Los usos permitidos de las ABRAE son la producción forestal permanente, con planes de manejo previo, el aprovechamiento hidroeléctrico, las reforestaciones y plantaciones, la investigación integral, el aprovechamiento comercial de especies de flora y fauna en forma racional (BAV-MARN, cesimo.ing.ula.ve). En la tabla 13 se tiene información del grado de protección que actualmente tienen los bosques en Venezuela según su elevación y la ubicación de las zonas ABRAE en el territorio nacional se muestra en la figura 12.

Tabla 13. Grado de Protección de los Bosques en Venezuela (tomado de Situación de los bosques en Venezuela,2002)

Tipos de bosques (por elevación)	Superficie total (Km^2)	Superficie Estrictamente protegida		Superficie de parques nacionales (Km^2)	Superficie no protegida (%)
		Km^2	%		
De tierras bajas	229.469,4	44.894	19,6	22.417,3	80,4
Submontano	106.861,4	59.660	55,8	30.180,9	44,2
Montano	39.677,3	32.593,8	82,5	20.860,6	17,9

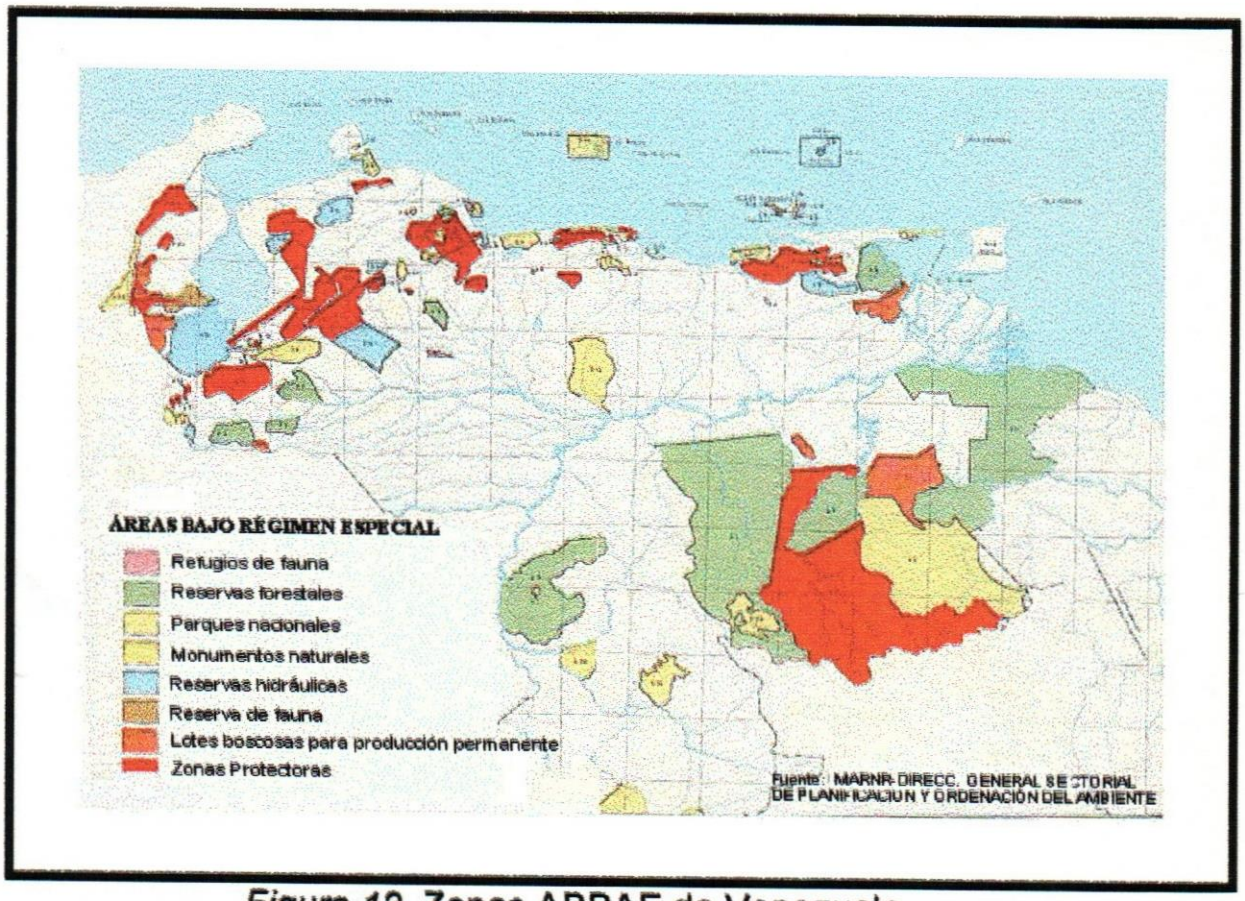


Figura 12. Zonas ABRAE de Venezuela

2.4. REGIONES AMENAZADAS DE VENEZUELA.

Como resultado de un trabajo en conjunto entre el Banco Mundial, World Wildlife Fund y otras ONG, condujo a una evaluación objetiva y multidisciplinaria del estado de conservación de las ecorregiones terrestres en América Latina y el Caribe (Dinerstein et al. 1995,cp por Libro Rojo de la Flora,2005) y así estar alerta sobre el grado de amenaza que enfrentan los principales ecosistemas neotropicales. Un detallado estudio a escala continental define grandes unidades o ecorregiones basadas fundamentalmente en tipos de vegetación combinados con hábitats faunísticos: paralelamente y asignar para cada ecorregión las

categorías del "estados de conservación", las cuales van en orden decreciente de amenaza.

Crítico > En Peligro > Vulnerable > Relativamente Estable > Relativamente Intacto

En la tabla 14 se indican las categorías de conservación asignadas a las diferentes ecorregiones reconocidas para Venezuela.

Tabla 14. Clasificación de las 24 Ecorregiones de Venezuela según su Estado de Conservación (tomado de Libro Rojo de la Flora,2005).

Estado de conservación	Ecorregión	Ubicación
Crítico (1 = 4%)	Bosques Húmedos del Catatumbo	Sur Lago Maracaibo
En Peligro (9 = 38%)	Bosques montanos de los Andes	Táchira, Mérida, Trujillo
	Bosques secos de los Llanos	Apure, Barinas, Cojedes
	Bosques secos de Maracaibo	Costa occidental del Lago
	Bosques secos de Lara y Falcón	Lara, Falcón
	Matorrales xéricos de la Costa	Costa occidental
	Matorrales xéricos de las penínsulas de Araya y Paria	Costa oriental
	Matorrales xéricos de la Guajira- Barranquilla	Norte del Zulia
	Matorrales xéricos de Paraguaná	
	Restingas de Paraguaná	Norte de Falcón
Vulnerable (3 = 13%)	Bosque montanos de la Cordillera de la Costa	Anzoátegui,
	Bosque montanos de la Cordillera Oriental de los Andes	Sucre Mérida
	Manglares	Costa Central y Oriental

Relativamente Estable (8 = 33%)	Bosques inundables del Delta del Orinoco Bosques húmedos de Uatama Bosques húmedos de la Guayana Llanos Sabanas de la Guayana (incluye la Gran Sabana) Sabanas de la Amazonia Humedales del Orinoco Páramos de los Andes	Delta Amacuro Amazonas Bolívar Mérida
Relativamente Intacto (3=12%)	Tepuyes Bosques húmedos de Japura / Negro Bosques húmedos de alta montaña de la Guayana	Guayana Amazonas

2.5. DEFORESTACIÓN: CAUSAS.

Las riquezas naturales de Venezuela se ponen de manifiesto en sus bosques. El 58% del territorio nacional es boscoso con un gran potencial forestal, ya que más de la mitad de sus bosques están conformados por especies comerciables. Sin embargo, la actividad forestal ha sido poco planificada hasta ahora y el 0.7% de estos bosques se pierde anualmente (Pozzobon, 2002).

La deforestación es un proceso complejo de devastación de los bosques, producto de la interacción de las fuerzas ecológicas, sociales, económicas, políticas y culturales con fines agrícolas, pecuarios e industriales, aunado a políticas fiscales y de desarrollo y a presiones del mercado. Esto va provocando impactos significativos a mediano y largo plazo, que pueden significar disminución en las posibilidades de mejoramiento de la calidad de vida de la población (Dugarte I, y Rojas F, 2003 cp por Pozzobon,2004).

Como lo señala Pozzobon en sus investigaciones (2004), la eliminación del los bosques ha sido un proceso activo y recurrente a lo largo del tiempo en todo el mundo, pero en la franja tropical es cada día mas intenso en las últimas décadas, sobre todo en las cuencas altas de montaña, en especial, en el piedemonte andino. La mayor parte de los suelos forestales tropicales son mucho menos fértiles que los de las regiones templadas y resultan fácilmente erosionables, causando problemas de lixiviación debido a la elevada pluviosidad que impide la acumulación de nutrientes en el suelo.

Las causas que influyen en la eliminación del bosque son muy diversas y varían con las localidades, pero entre los factores mas dominantes son: el crecimiento y la densidad de la población, la extensión y calidad de la población, la ampliación agropecuaria, las tasas regionales de desarrollo, los niveles de pobreza, los tipos de propiedad y las características culturales de la población. También se ha relacionado con la búsqueda de leña y el aumento de los precios de la madera. Entre las diferentes actividades que causan la pérdida de la vegetación natural en el país están (MARN: Principales problemas ambientes en Venezuela, 1998):

- Aprovechar la madera, corteza y frutos.
- Desarrollar actividades agrícolas, ganaderas o forestales.
- Dedicar los terrenos al desarrollo urbano, construir vías de comunicación y establecer polos industriales y turísticos.
- Realizar actividades mineras y petroleras.
- Construir obras de interés nacional como represas o embalses.

En la página WEB de la ULA (cesimo, 2007), Centeno señala que la deforestación en Venezuela se debe principalmente a la conversión de tierras a la actividad agrícola y pecuaria, casi tres cuartas partes de la pérdida de bosques durante la década de los ochenta se encuentra relacionada directamente con la

expansión de la agricultura o la ganadería. La mayor parte de los bosques originales de los estados Barinas, Apure, Aragua, Carabobo, Cojedes, Miranda, Lara, Falcón, Táchira y Zulia han desaparecido a causa de este proceso.

Por otro lado, mas del 90 % de la población venezolana se localiza al norte del río Orinoco y es precisamente en esa parte del país donde se han registrado pérdidas cercanas al 60 % de los bosques originales. Los bosques que han resistido a las agresiones de la mencionada devastación quedan fraccionados, por lo que en algún momento fueron considerados por las autoridades nacionales como espacios destinados para asegurar el aprovechamiento sostenido de un recurso natural. Desafortunadamente la gran variedad de esos lugares no han quedado ajenos a los procesos de degradación ambiental y hoy en día se encuentran bajo importantes procesos de deterioro de su paisaje vegetal y de toda la biodiversidad asociadas a ella.

2.6. DEFORESTACIÓN: CONSECUENCIAS.

En Venezuela, constantemente se produce la pérdida de vegetación por deforestación, como consecuencia de la explotación maderera, la incorporación de nuevas tierras a la explotación agropecuaria y el desarrollo urbano y minero-petrolero. La destrucción indiscriminada de la vegetación ha ocasionado grandes desequilibrios ecológicos, cuyas secuelas, inciden negativamente en el desarrollo social y económico del país.

La tala de bosques y selva en la zona de la Cordillera de la Costa y muchas zonas de los Andes trajo como consecuencia, entre otros problemas, la erosión de suelos y la alteración del régimen de los ríos. En la tabla 15 se presentan las consecuencias producidas por el aprovechamiento forestal sobre los componentes ambientales.

Para minimizar el impacto que produce la pérdida de la vegetación, es necesario respetar los planes de ordenación del territorio y efectuar un manejo adecuado de los bosques madereros. Cabe acotar, que el MINAMB autoriza la realización de deforestación única y exclusivamente, cuando dichas deforestaciones responden a los planes de ordenación del territorio, para expandir la frontera agropecuaria, ciudades, obras públicas y otras actividades que producen un evidente beneficio económico y social. De igual manera, deben realizarse evaluaciones ambientales que permitan predecir y evaluar los efectos de una actividad sobre los componentes del ambiente natural y social, para proponer las medidas preventivas, mitigantes y correctivas que garanticen la estabilidad ecológica y la buena relación ambiente-sociedad. También es indispensable adoptar tecnologías adecuadas.

El deterioro o extinción de la vegetación repercute en los procesos ecológicos, fundamentados en el equilibrio de interrelaciones entre los recursos suelo, vegetación, agua, fauna y clima. Los daños ocasionados sobre la vegetación traen consecuencias negativas en diversos factores, pues de una u otra manera, afectan la calidad de vida de las poblaciones y la economía del país. Lozada y Arends (1998) recopilan las consecuencias que trae el proceso de deforestación sobre los factores ambientales relacionados con este impacto, los cuales se muestran en la tabla 15.

Tabla 15. Impactos Probables del Aprovechamiento Forestal (tomado de Lozada y Arends, 1998)

Efectos sobre	Consecuencias
La vegetación	✓ Alteración de las formas de vida predominante y de la composición florística. ✓ Erosión genética del bosque ✓ Activación del crecimiento de especies pioneras ✓ Degradación del valor económico del bosque ✓ Daños mecánicos a individuos remanentes y árboles semilleros.
Los cuerpos de agua	✓ Pérdida de la calidad del agua por sólidos suspendidos ✓ Desestabilización de las capas freáticas
El microclima	✓ Cambios en la temperatura, insolación y humedad relativa
La fauna	✓ Muerte de algunos individuos. ✓ Destrucción de hábitat y desplazamiento de individuos
Los suelos	✓ Erosión ✓ Pérdida de macro y micronutrientes ✓ Cambio en microflora y microfauna ✓ cambio de uso
La calidad de aire y ruido	✓ Aumento de los niveles de polvo en verano ✓ Generación de humo y ruido.

El MINAMB en su publicación de Los Principales problemas ambientales en Venezuela señala que la destrucción de la vegetación se da principalmente en las sabanas y bosques y ésta afecta de manera directa o indirecta a diversos

componentes del ambiente (MARN, 2001). A continuación se señalan algunos de ellos:

- Los cuerpos de agua (lagos, lagunas, ríos, mares)

Cuando la vegetación es destruida se inicia un proceso de degradación de los suelos, los cuales comienzan a ser erosionados. Esto acelera el proceso de arrastre y sedimentación hacia los cuerpos de agua, produciéndose inundaciones. Las reservas de aguas edáficas y subterráneas disminuye y el caudal de los ríos en verano merma llegando en casos a desaparecer.

- La diversidad genética

Con la desaparición de especies florísticas, se extinguen también caracteres que afectan el potencial genético del recurso. Con ellos, se perjudican características como la oleaginosidad, crecimiento, gigantismo, enanismo, madurez, adaptabilidad, resistencias a enfermedades y otros. Así mismo, se restan elementos para el campo de la investigación, medicina, industria y otros.

- La fauna Silvestre

Al suprimirse la cubierta vegetal, se elimina o altera el habitad de la fauna silvestre ya que se afecta su fuente de alimentación, sitios de abrigo, nidificación, reproducción y otras funciones. También se cambian las condiciones ambientales a la micro-fauna del suelo, la cual es perjudicada y muere por el recalentamiento causado por los rayos solares o la eliminación de su fuente alimentaria.

- Los suelos

La supresión de la capa protectora de los suelos puede provocar la erosión, que en situaciones de terrenos con pendientes, se torna grave hasta el punto que ellos pierden todo su valor potencial ecológico y económico. Se forman

cárcavas que obligan el empleo de grandes recursos económicos para su corrección. En los terrenos planos la erosión más importante es la eólica.

- El aire y el clima

Como es sabido, la deforestación origina cambios en la composición del aire, al disminuirse la fotosíntesis, lo cual reduce la concentración de oxígeno, esto altera el régimen micro-climático del sitio, al permitir la incidencia directa de los rayos del sol, el libre paso de los vientos y la disminución de las aguas subterráneas. Todo ello facilita variaciones de temperatura, humedad y alteraciones del ciclo hidrológico. Los bosques desempeñan un papel clave en el almacenamiento de carbono, su eliminación contribuirá al calentamiento global de la tierra.

- El paisaje

Lamentablemente la desaparición de la vegetación produce el desmejoramiento del ambiente, ya que muchos sitios con vegetación exuberante no podrán ser utilizados por la población para el descanso y esparcimiento.

- La sociedad

La disminución de las potencialidades del recurso flora constituye una de las causas más importantes en la degradación de la interrelación flora-fauna-suelo y bellezas escénicas, cuyas repercusiones en lo socioeconómico son verdaderamente notables. Han sido mermadas (y en muchos casos cerradas) las posibilidades de recuperación de los enormes beneficios aportados por los bosques a la sociedad.

2.7. INVESTIGACIONES RELACIONADAS CON LA DEFORESTACIÓN EN VENEZUELA.

En las publicaciones citadas del MINAMB señalan que la vegetación venezolana, constituida por bosques, bosques de galería y manglares, para el año 1982 ocupaba una superficie de 568.000 Km^2 (63% del territorio nacional). Según la información estadística de la FAO (1998), en 1.985 se mantenía 330.750 Km^2 de bosques primarios y una superficie total cubierta de bosques de 529.060 Km^2 (58,7% del territorio nacional), esto demuestra la rapidez del fenómeno, ya que en un lapso de tres años la masa boscosa había disminuido en 38.940 Km^2.

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO, 2000) asegura que entre 1981 y 1990 la deforestación anual promedio en el territorio venezolano aumentó a más del doble de la que se registraba en la década de los 70, alcanzándose un promedio de 600.000 hectáreas por año, una cifra equivalente a mas de 1.600 hectáreas por día durante toda la década, lo que equivale a una tasa de deforestación anual de 1,2 % en este caso superior al porcentaje de la de América del sur tropical que es de 0,8%. En la tabla 16 se muestra para algunos países de América Latina los datos estimados por la FAO de las superficies deforestadas en dos períodos continuos de 5 años desde 1976 hasta 1985, mientras que en la tabla 17 se presentan las tasas de deforestación anual para la década de los 80.

Tabla 16. Deforestación Promedio Anual en Bosques Latifoliados Densos Tropicales (ha) (tomado de FAO, 2000 y Catalán(*), 1993)

País	1976 / 80	1981 / 85
Bolivia	65.000	87.000
Brasil (1978 / 89)	2.200.000	2.200.000
Colombia	800.000	800.000
Ecuador	300.000	340.000
Paraguay	160.000	190.000
Perú	253.000	260.000
Venezuela	125.000	125.000
Venezuela (1975 / 88)*		216.188

Tabla 17. Tasa de Deforestación Porcentaje Anual entre 1981 y 1990(tomado de FAO, 2000)

Región	**% anual**
Brasil	0,6
Colombia	0,7
Venezuela	1,2
Perú	0,4
América del Sur Tropical	0,7

En los datos estadísticos publicados por el MINAMB en los Balances Ambientales (MARN: 1995), se recopilan las tasas de deforestación que mostraron los estados venezolanos durante las décadas de los 80 y 90, algunos de ellos, como los estados Andinos y Llanos Occidentales fueron altamente impactados por la pérdida de su vegetación natural principalmente por el aprovechamiento maderero. En la tabla 18 se muestra los resultados obtenidos por Catalán (1993)

al medir los cambios de la cobertura boscosa desde 1975 hasta 1988 para dos áreas definidas como críticas, como son las zonas Sur del Lago de Maracaibo y los Llanos Occidentales. El Sur del Lago de Maracaibo es la región que ha presentado mayor presión por tierras agrícolas y pecuarias en perjuicio del ecosistema presente. Allí existía uno de los más frondosos y densos bosques ombrófilos siempreverde que cubrían todo el sur de la cuenca, incluyendo el conocido "Centro de Diversidad Florística Catatumbo".

Tabla 18: Deforestación y Tasas de Deforestación Anual (tomado de : Catalán, 1993)

Área Crítica	Área con bosque					
	1975 Primer año monitoreo	1988 Segundo año monitoreo	Área Deforestada en el Período 75-88		Deforestación Anual	Tasa Anual
	ha	ha	ha	%(1)	ha	%
Sur del Lago de Maracaibo	1.115.302	120.720	994.582	89,20	82.882	7,43
Llanos Occidentales	3.978.815	2.177.217	1.801.598	45,28	128.726	3,29

Como lo señalan investigaciones realizadas en la Facultad de Ciencias Forestales de la ULA (Centeno, 2001) aún las áreas delimitadas como bosques permanentes han sido destruidas, ya sea dentro de zonas protegidas o en reservas forestales, tal es el caso de la Reserva Forestal de Turén, donde a pesar de su carácter de reserva, la falta de un plan de ordenación y manejo forestal aunada a la presencia de campesinos en su interior y a la existencia de suelos con alto potencial agrícola, ha causado un desarrollo agrícola de gran magnitud, de tal manera que hoy la reserva casi en su totalidad, está dedicada a cultivos para las

industrias de aceite, harina y alimentos concentrados para animales. Como señala Centeno (1997), el área de la reserva cubría originalmente 116.400 Ha y solo quedan 23.000 Ha de bosque; esta zona decretada como "Reserva Forestal" en lugar de contribuir con madera, está aportando la mayoría de la producción agrícola del estado Portuguesa donde está localizada.

Al igual como ocurrió la deforestación al norte del río Orinoco masivamente en los últimos treinta años, también se ha incrementado sustancialmente dicho proceso en las grandes reservas madereras ubicadas al sur del Orinoco durante los últimos 10 a 15 años (Centeno 2004). En esta región, la deforestación ha enfrentado el problema de la explotación maderera en forma irracional y la explotación minera de oro y diamantes en forma legal e ilegal. Como lo señala Centeno (2001), al norte del río Orinoco algunas reservas han sido completamente deforestadas como es el caso de la reserva original de Turén, que hoy en día está cubierta de bosques menos del 8% e igualmente la reserva de San Camilo está también deforestada en un 50%; algo similar sucede con la reserva de Ticoporo, cuya Unidad I está completamente utilizada para la agricultura. En la actualidad aún cuando la tasa de deforestación se ha reducido, se pierde anualmente el 0.7% de nuestros bosques.

El MINAMB en los últimos años no ha podido actualizar los datos estadísticos con las cifras reales de la cobertura vegetal en cada uno de los estados venezolanos en su totalidad y publicar una nueva versión de los Balances Ambientales. Por los momentos se dispone de información sobre las superficies deforestadas con permiso administrativo realizadas en algunos estados del país a travéz de las publicaciones de los Boletines Estadísticos Forestales de este organismo desde los años 2000 al 2003.

En la figura 13 se muestra la ubicación de las reservas Forestales en Venezuela.

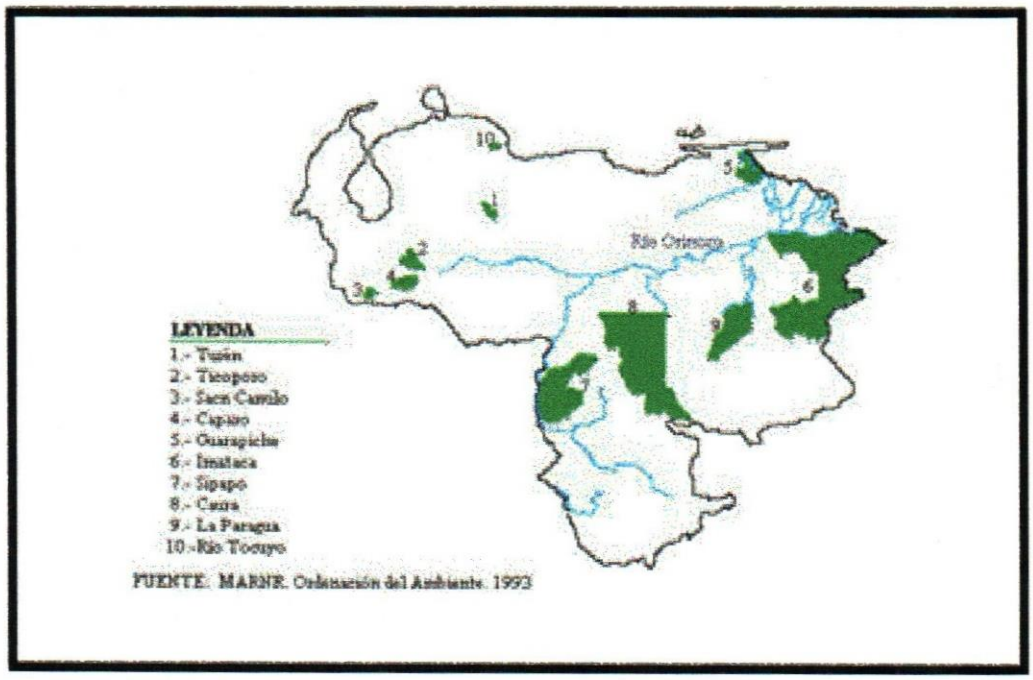


Figura 13. Mapa de ubicación de las reservas forestales en Venezuela

Para evaluar la dinámica del proceso de avance de la deforestación en las áreas boscosa para distintas regiones del país, investigadores de la Universidad de Los Andes Mérida (Pozzobon, 2002 y 2004), han venido utilizando la técnica de fotometría y sensores remotos para el estudio de las imágenes satelitales de nuestras regiones. Ésta es una herramienta esencial en la búsqueda de la información necesaria para conocer, analizar y evaluar las zonas mas afectadas por el cambio de cobertura vegetal en un corto tiempo y así tomar las medidas preventivas para controlar el problema.

Pozzobon y Hernández y otros investigadores del área (2002 y 2004) han publicado diversos trabajos donde se cuantifican las superficies deforestadas en diversas cuencas hidrográficas de montañas en la Cordillera de Los Andes, estado Mérida; basados en el trabajo previo realizado por Catalán (1993) reportan rangos que relaciona el % de área deforestado/año (tasas) y su calificativo correspondiente para comparar los valores de las tasas de deforestación los cuales se muestran en la tabla 19.

Tabla 19. Clasificación de las Tasas de Deforestación (tomado de Hernández y Pozzobon , 2002)

Deforestación (%/año)	Calificativo
< 0,5	Baja
0,5 - 1,5	Media
1,5 - 3,0	Alta
> 3,0	Muy Alta

Esta clasificación de las tasas de deforestación propuesta por Hernández y Pozzobon (2002) sirvió de base en este proyecto para estimar las tasas de deforestación en porcentaje neto y así poder plantear las preguntas que llevaron a la obtención de la función de transformación que relaciona la calidad ambiental con la pérdida de vegetación.

2.8 MARCO LEGAL VENEZOLANO.

Venezuela ha sido uno de los primeros paises en America Latina en tener una legislación ambiental bastante compleja que data desde antes de la Conferencia de Río de Janeiro de 1992.

La Constitución Nacional de la República de Venezuela, de fecha 23 de enero de 1961, vigente para el momento de la celebración de la *Cumbre de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo*, fue modificada por la actual Constitución de fecha 30 de diciembre de 1999, estableciéndose por vez primera en nuestra historia constitucional un Capítulo especialmente dedicado a los derechos ambientales, donde la conservación del ambiente debe verse en forma integral, como responsabilidad de orden público e interés colectivo de la Nación con la debida participación de la sociedad en garantía de un auténtico desarrollo sostenible, armónicamente concebido, con adecuada y concebida calidad de vida.

La Constitución Nacional (1999), como marco político y filosófico de la estructura legal venezolana, en su Título III, Capítulo IX, "De los Derechos Ambientales" establece los derechos y deberes de los venezolanos con referencia al mantenimiento de un ambiente *"seguro, sano y ecológicamente equilibrado"*, protegiendo *"la diversidad biológica, los recursos genéticos, los procesos ecológicos, los parques nacionales y monumentos naturales y demás áreas de especial importancia ecológica",* estableciendo la obligación del Estado en fomentar la participación comunitaria (Artículo 127). Por otra parte, en su Artículo 128 dispone que se desarrolle una política de ordenación territorial, atendiendo a realidades ecológicas, geográficas, demográficas socioculturales y económicas, como marco fundamental del desarrollo sostenible.

Además, Venezuela ha suscrito una gran variedad de Convenios y Tratados Internacionales que posteriormente a su ratificación por el Poder Legislativo, implican la obligación del Estado Venezolano a cumplir lo establecido y dispuesto en los mismos.

Se pueden distinguir tres tipos de Convenciones:

- Convenciones Globales, las cuales tienen un enfoque multidisciplinario que incluye las interrelaciones del ser humano con su ambiente (por ejemplo, el Convenio Sobre la Diversidad Biológica).
- Convenciones Generales o Ecosistémicas, enfocadas en la conservación de ecosistemas particulares a lo largo del mundo (por ejemplo, la Convención Ramsar sobre Humedales).

- Convenciones Específicas, cuya finalidad es emprender acciones correctivas o preventivas en diferentes áreas ambientales problemáticas (por ejemplo, la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, CITES).

La gestión ambiental en Venezuela (Buroz, 1998) se enfoca a través de acciones estratégicas que son: la planificación y ordenación del territorio, calidad ambiental, vigilancia y control y educación ambiental. La elaboración y presentación de Estudios de Impacto Ambiental (EIA) constituye un elemento imprescindible para la evaluación de actividades que puedan generar impactos significativos al ambiente, lo cual encuentra su fundamento legal en la Constitución y específicamente en la Ley Orgánica del Ambiente y el Decreto N° 1.257 del 25/04/96 contentivo de las Normas sobre Evaluación Ambiental de Actividades Susceptibles de Degradar el Ambiente.

En materia ambiental, han sido innumerables los instrumentos legales (Leyes, Decretos, Reglamentos, Resoluciones) que se han dictado en cumplimiento de lo dispuesto en el Programa 21, atendiendo las necesidades y realidades del país, a los fines de integrar las políticas ambientales con el desarrollo económico y social.

El Ministerio del Ambiente como ente rector de la política ambiental en materia de conservación, defensa y mejoramiento del ambiente, ha dirigido procesos importantes desde su creación en el año 1977, a los fines de atender

una política de gestión integral de los recursos hacia un desarrollo equilibrado, a objeto de armonizar la satisfacción de los objetivos del desarrollo socioeconómico con la utilización racional de los recursos naturales, en beneficio del colectivo y del propio Estado, mediante la incorporación de la variable ambiental en todo programa, plan y proyecto de desarrollo, de actividades que incidan directa e indirectamente en el ambiente.

A continuación se presenta la forma en que está estructurada la legislación ambiental venezolana, a través de la pirámide jurídica ambiental y posteriormente en la tabla 20 se indican los instrumentos legales y su importancia relacionada con este caso en estudio.

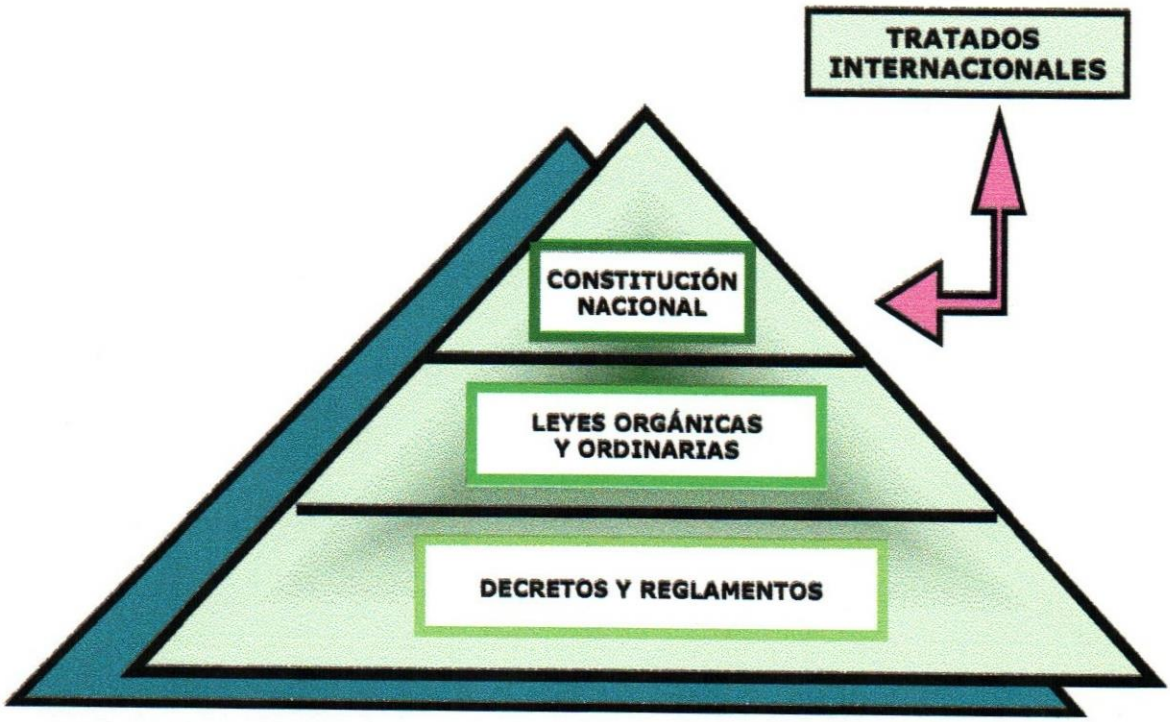


Figura 14. PIRÁMIDE JURÍDICA AMBIENTAL

Tabla 20. Resumen del Marco Legal Venezolano Relacionado con Impactos Ambientales sobre la Vegetación. (tomado de Situación de los Bosques en Venezuela, 2002)

Instrumento legal	Año	Importancia
Constitución Bolivariana de Venezuela	1999	♦ Reconoce el derecho de todo a un ambiente seguro y saludable. ♦ Reconoce el derecho de las comunidades indígenas a recibir información y a ser consultadas para el uso de los recursos naturales en sus territorios. ♦ Otorga al gobierno de Venezuela la responsabilidad de ejecutar los planes de uso territorial que tomen en consideración los principios del desarrollo sustentable. ♦ Otorga al gobierno de Venezuela la responsabilidad de proteger el ambiente en beneficio de las generaciones actuales y futuras.
Ley Orgánica del Ambiente	2006	♦ Establece los principios fundamentales para la conservación ambiental, incluyendo la creación y la protección de las reservas forestales y el uso de los recursos naturales.
Ley Orgánica para la Ordenación del Territorio	1983	♦ Establece los procesos necesarios para la ordenación del territorio nacional. ♦ Exige la ordenación territorial. ♦ Establece los procedimientos administrativos para la planificación en las áreas protegidas.
Ley de la Diversidad Biológica	2000	♦ Favorece la conservación de la diversidad biológica en los bosques. ♦ Reconoce que los bosques albergan una fracción importante de la diversidad biológica de la nación.
Ley de Minas	1999	♦ Define los requisitos para el otorgamiento de las concesiones y permisos de operación. ♦ Establece que la minería no podrá dañar el ambiente. ♦ Exige la mitigación del impacto negativo sobre los ecosistemas. ♦ Permite al MARNR establecer una fianza que será devuelta al concesionario una vez que culmine la explotación.
Ley Penal del Ambiente	1992	♦ Establece penas : 1) Por acciones que degraden el medio ambiente, con base en el salario mínimo y condenas que degraden el medio ambiente, con base en el salario mínimo y condenas de prisión; y 2) a empleados del sector público que permitan la realización de actividades que dañen el medio ambiente sin haber hecho una evaluación del impacto ambiental.

Ley de Protección a la Fauna Silvestre	1970	♦ Establece reservas, refugios y santuarios de fauna silvestre. ♦ Establece normas para la cacería, con la adquisición de los permisos necesarios.
Ley Forestal de Suelos y Aguas	1965	♦ Regula la conservación y el uso de los recursos naturales encontrados en los bosques. ♦ Prohíbe las actividades de extracción en los parques nacionales. ♦ Establece zonas de protección para las cuencas hidrográficas de importancia. ♦ Prohíbe la deforestación o adición de reservas forestales sin la aprobación previa del Congreso.
Decreto 1257	1996	♦ Establece las regulaciones para el desarrollo de las evaluaciones de impacto ambiental. ♦ Declara que las concesiones madereras que formulen planes de manejo están exentos de realizar una evaluación de impacto ambiental.
Decreto 2214	1992	♦ Establece normas para regular actividades en las reservas forestales, lotes boscosos y otras áreas forestales protegidas. ♦ Define las categorías de ordenación que deben ser consideradas en las reservas forestales.
Decreto 2223	1992	♦ Establece normas para regular la introducción y propagación de especies exóticas de la flora y fauna silvestre y acuatíca.

2.9. Síntesis del Marco Teórico.

En base a la revisión bibliográfica realizada se puede concluir:

- Hasta ahora no han sido desarrolladas funciones de transformación de calidad ambiental relacionad con la pérdida de VNT adaptadas a la realidad venezolana, pero éstas pueden ser obtenida recopilando información técnico - científica actualizada del país. Con la ayuda de un equipo de expertos profesionales venezolanos que participan en Estudios de Impacto Ambiental (Es. I. A.) se podrá realizar dicha curva funcional basada en la

metodología ya implementada en otros países por el grupo de investigadores del Instituto Batelle-Columbus.

- La deforestación provoca impactos significativos a mediano y largo plazo, que pueden significar disminución en las posibilidades de mejoramiento de la calidad de vida de la población.

- Las tasas de deforestación actuales en Venezuela no son fáciles de obtener ya que no se maneja información completa de cómo se está realizando este proceso en cada uno de los estados del país.

- Aún cuando el MINAMB ha puesto en marcha un plan de ordenación y manejo forestal y una gran parte del territorio ha sido decretado zonas de ABRAE, la presencia de los campesinos en busca de mejores tierras agrícolas y una deforestación incontrolada sigue ocurriendo.

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.1. INTRODUCCIÓN.

Para el medio ambiente, en donde interaccionan múltiples factores, los parámetros ambientales tienen un gran valor, el cual se hace difícil cuantificarlos. Para valorarlos, una de la forma mas usual es asignando alguna ponderación a la contribución al deterioro de la calidad global del ambiente del factor VNT.

Este inconveniente se acrecienta aún más, debido a la escasa información que se dispone y a la naturaleza propia de los impactos en cada proyecto; en consecuencia, esta ponderación es subjetiva e implica la asignación de pesos relativos al componente afectado, utilizando la opinión de expertos en el ámbito del proyecto o realizando encuestas a personas que representan las partes implicadas.

Algunos métodos de uso corriente en estudios de impacto ambiental como el de Batelle-Columbus, proponen una estructura jerárquica tipo árbol para la representación del ambiente dividiéndolas en categorías, componentes y factores ambientales que permiten clasificar el entorno, al asignar a cada uno de los factores afectados en un proyecto, un valor de importancia ponderada. Aunque esta técnica de jerarquización es una de las más utilizadas, existen otros métodos más sencillos para ponderar criterios (Conesa,2003 y Gómez Orea,1999) como son ordenación por rangos simples, comparación por pares y clasificación por rangos escalares. En todas ellas se puede usar la consulta tipo Delphi a expertos

en el área para tener un valor de consenso de los factores de peso y obtener una contribución aproximada de cada impacto a la calidad global del ambiente.

3.2. FACTORES AMBIENTALES CONSIDERADOS.

Dada que la vegetación y los demás elementos que integran el medio ambiente son difíciles de valorarlos por la complejidad de éste, una función de transformación que relacione la pérdida de vegetación natural terrestre con el índice de calidad ambiental, debe incluir aquellos factores que se consideren más relevantes y representativos en cuanto al grado de afectación.

El número de estos factores es muy grande; según Conesa (2003), los factores relacionados con efectos directos e indirectos con la pérdida de vegetación natural terrestre en un proyecto son: la fauna y la flora; el suelo, el agua, el aire, el clima, el ser humano y el medio perceptual; los bienes materiales y el patrimonio cultural y por último, la interacción de los factores indicados.

Es conveniente, reducir el conjunto de factores ambientales analizados a un tamaño razonable para facilitar su ponderación adecuada, ya que se tiende a ignorar aquellos que se consideran menos importantes; contribuyendo de esa manera, a eliminar redundancias entre criterios.

Para una selección mas acertada de los factores debería realizarse directamente por los especialistas en el área mediante una consulta inicial y/o un primer cuestionario para considerar las interacciones entre los diferentes factores, fundamentar las preguntas en el conocimiento previo obtenido por referencias teóricas, para dar inicio al estudio Delphi, y posteriormente con las opiniones de los expertos, establecer las preguntas definitivas.

En este proyecto, se han escogido inicialmente los siguientes factores: cuerpos de agua, calidad del aire, microclima, diversidad biológica, fauna silvestre, paisaje y valor económico vegetal como los más relevantes a nivel nacional, ya que las funciones de transformación reportadas en la literatura por otros autores han sido desarrolladas para la situación geográfica de su respectivo país: Gómez Orea para España, y Dee para los Estados Unidos.

Hay que aclarar, que en este trabajo se va a realizar la FT en forma general para todo el país, debido a la limitación de encontrar especialistas para un área geográfica específica. No obstante, la metodología desarrollada en este proyecto puede servir como base para elaborar en el futuro, otras funciones de transformación para una región dada del país o de aplicación local para un proyecto específico.

3.3. PROCEDIMIENTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA FUNCIÓN DE TRANSFORMACIÓN.

3.3.1 Método Delphi.

Como fue señalado anteriormente, este trabajo está orientado hacia un objetivo práctico el cual es establecer la función de transformación de Calidad Ambiental relacionada con la pérdida de Vegetación Natural Terrestre para ser utilizada en diversos proyectos realizados con referencias venezolanas.

En este capítulo se planteará la metodología de la investigación, describiendo sus procesos, argumentando las decisiones sobre la técnica a usar, las variables e instrumentos de medida, procesamiento de la información y el análisis e interpretación de datos.

El procedimiento para construir la función de transformación recomienda la utilización de la técnica Delphi, la cual consiste en un método de consulta a expertos para concertar la opinión sobre la transformación de valores obtenidos científicamente a valores de calidad ambiental. Esta metodología conlleva a obtener información de los que mas saben sobre un tema en particular a través de encuestas, permitiendo la retroalimentación y por lo tanto la reconsideración de opinión hasta alcanzar el consenso.

Hay que señalar que dicha metodología ya ha sido estandarizada para este tipo de investigación por diversos investigadores como Dee, Gómez Orea, Garmendia, Mendoza Puga en su trabajo de tesis doctoral(2001) y recientemente Marín en su tesis de maestría(2006).

Este método general, como lo señala Garmendia (2005) es conveniente utilizarlo cuando la información científica que se dispone no es suficiente, bien porque se pretenda implantar una nueva tecnología para la que no existan datos previos, o bien porque con los datos objetivos que se dispone no se tiene un conocimiento suficiente de cómo se obtuvieron.

La consulta a expertos como lo señala Ramos (2004), tiene la ventaja de la tranquilidad que produce tener una información mas contrastada que si únicamente se consultara a una persona, y siempre es mas difícil que un grupo pueda olvidar algo que pudiera ser importante. Es por esto que se recurre al método Delphi como técnica de consenso, asumiendo que el juicio colectivo es distinto al individual y muchas veces más preciso, dando una visión más cercana a la realidad, disminuyendo de esa manera la subjetividad inherente al método.

Además de las razones anteriormente expuestas, el método Delphi, entre las técnica de consenso, hasta ahora ha sido una de la más utilizadas y

recomendada en la literatura, en diversos estudios y disciplinas, por lo que sus resultados garantizan el consenso de un conjunto de especialistas.

3.3.2 Aplicaciones del Método Delphi en EIA.

El Método Delphi ha sido aplicado en diferentes campos: la investigación, industria, tecnología, medicina, educación, política, negocios, etc., como una herramienta exploratoria en procesos de toma de decisiones. Aunque se menciona en los textos de EIA para jerarquizar y ponderar impactos, hasta ahora, ha sido poco utilizado en el campo ambiental. Algunas de las aplicaciones reportadas en la literatura especializada en este campo son:

- El "Índice de Calidad del Agua", Water Quality Index, (WQI por sus siglas en inglés), fue desarrollado en 1970 en Estados Unidos, mediante la técnica Delphi, enviando tres cuestionarios a un panel de expertos en gestión de calidad del agua. En el primer cuestionario se les pidió que seleccionaran y jerarquizaran 35 variables. En el segundo, se les solicitó que revisaran y analizaran sus respuestas con respecto a la media del grupo, dándoles incluso la oportunidad de que cambiaran de opinión. Finalmente en el último cuestionario se les pidió dibujar una curva con la puntuación asignada a cada variable (Relación Funcional o Curvas Funcionales).

- Mendoza Puga (2004) aplicó el método Delphi con la participación de 53 expertos para la elaboración de funciones de transformación para la vegetación, la calidad del aire, el paisaje y el ruido al entorno de la Comunidad de Madrid en España. Específicamente con relación a la vegetación elaboró varias funciones de transformación en base a su calidad y su fragilidad considerando para cada caso la rareza, la

endemicidad, la madurez o complejidad, la naturalidad y la proximidad al climax de las especies presentes, reportando resultados satisfactorios al validar sus resultados con estudios reales de impacto ambiental realizados para dichos proyectos.

- Igualmente Mendoza Puga en su trabajo doctoral hace referencia a un trabajo de Mohorjy en 1997, en donde aplicó la técnica Delphi para abordar un problema de la gestión de aguas residuales en la ciudad de Yeddah, Arabia Saudita. En este trabajo el objetivo fue la identificación y valoración de los impactos producidos por la mala gestión de las aguas residuales en Yeddah.

- En Venezuela, la Dirección General de Bosques del MARN aplicó el método Delphi para la "Elaboración de la Metodología para la Realización del Inventario Forestal Nacional" (proyecto TCP/VEN/0166(A) Caracas-Venezuela-2004)

- Marín C (2006) aplicó el método Delphi con la participación de 13 expertos para la elaboración de la FT para material particulado total con referencias venezolanas.

3.3.3. Fundamento del Método Delphi.

El consenso entre los expertos por esta técnica se puede lograr de dos maneras diferentes: reunión simultánea presencial "cara a cara" en un mismo lugar o evitando cualquier contacto directo entre los participantes del panel, mediante el envío de cuestionarios a expertos en ubicaciones geográficas diferentes.

La primera, aunque permite obtener la opinión de los expertos en el momento de la reunión y eventualmente puede llegarse a un consenso en un sólo encuentro, su principal desventaja es que puede darse el llamado efecto "líder". Requiere además, de una buena planificación, coordinación de la reunión y disponibilidad de tiempo de todos los participantes en el estudio.

En la segunda, los expertos no trabajan físicamente juntos sino que, cada uno de ellos responde por escrito a cuestionarios estructurados, de forma libre, sin que ninguno de los otros participantes conozca sus opiniones personales. Con ello se obtiene información de un conjunto de especialistas en un ambiente de anonimato que facilita el intercambio de opinión sin ningún tipo de presión.

La esencia de la técnica es bastante sencilla, comprende el envío de una serie de cuestionarios diseñados para obtener y desarrollar respuestas individuales de un grupo seleccionados de expertos a un problema específico. Al enterárseles de los resultados de la ronda inmediatamente anterior, se permite a los expertos en cualquier etapa del estudio, replantear sus puntos de vista, a fin de generar convergencia de opiniones tomando en cuenta el conjunto de las respuestas de los participantes del estudio.

Entre las principales características del Método están:

- Anonimato: como se mencionó anteriormente, uno de los problemas del método de reunión de expertos "cara a cara" es que sus opiniones están propensas al llamado efecto "líder" haciendo que los resultados se acerquen más a las opiniones de los miembros de mayor experiencia o a los más agresivos del panel. Por eso, es conveniente que ninguno de los expertos se conozca entre sí, para no permitir la influencia de ningún experto sobre por otro. Esto se logra cuando los participantes responden por escrito los cuestionarios separadamente y sus opiniones son recogidas

de forma anónima por el coordinador del estudio. Las ventajas de esta metodología es que mantiene la confidencialidad en la encuesta, se reduce la inhibición de los participantes y se obtiene una opinión más real de cada experto.

- Iteración y retroalimentación controlada: el proceso de iteración consiste en la devolución del cuestionario a cada uno de los participantes con la información estadística de lo que han respondido los otros participantes del panel después de cada una de las rondas, a fin de que puedan revisar sus respuestas iniciales, analizando los pro y contra de las opiniones de los demás y de la suya propia. Con esta información, el experto puede mantener su opinión o modificarla en cualquier parte del proceso.

- Respuesta del grupo en forma estadística: la información que se presenta a los participantes debe expresar el grado de consenso alcanzado en cada ronda; esto se logra analizando estadísticamente los resultados, una vez valoradas las opiniones de los expertos, comparándolos con criterios de consenso previamente establecidos. Frecuentemente se prefiere la mediana y el recorrido intercuartílico como medida de consenso y dispersión respectivamente.

Etapas del Método Delphi.

- Diseño del cuestionario.
- Selección de los expertos.
- Circulación del cuestionario entre los participantes (primera ronda).
- Análisis estadístico de las respuestas de la primera ronda. Se prepara un segundo cuestionario.
- Circulación del segundo cuestionario. Los expertos pueden reevaluar las opiniones emitidas por el resto de los participantes.

- Se obtienen nuevas conclusiones de esta segunda vuelta.
- Finalmente se presenta un estudio estadístico y se analiza la información recopilada en todas las rondas llevadas a cabo.

Mendoza Puga (2001), representa la estructura básica del método Delphi en la construcción de FT en un estudio de impacto ambiental. En la figura 15 se muestra el diagrama general seguido para alcanzar el consenso en la elaboración de varias funciones de transformación. Hace énfasis en la constante interacción que debe haber, entre los participantes y el coordinador del estudio e incluso la obligación a cambiar el esquema del cuestionario, cuando los expertos, normalmente en la primera ronda, hacen sugerencias sobre la inclusión de nuevas variables y escalas de valor.

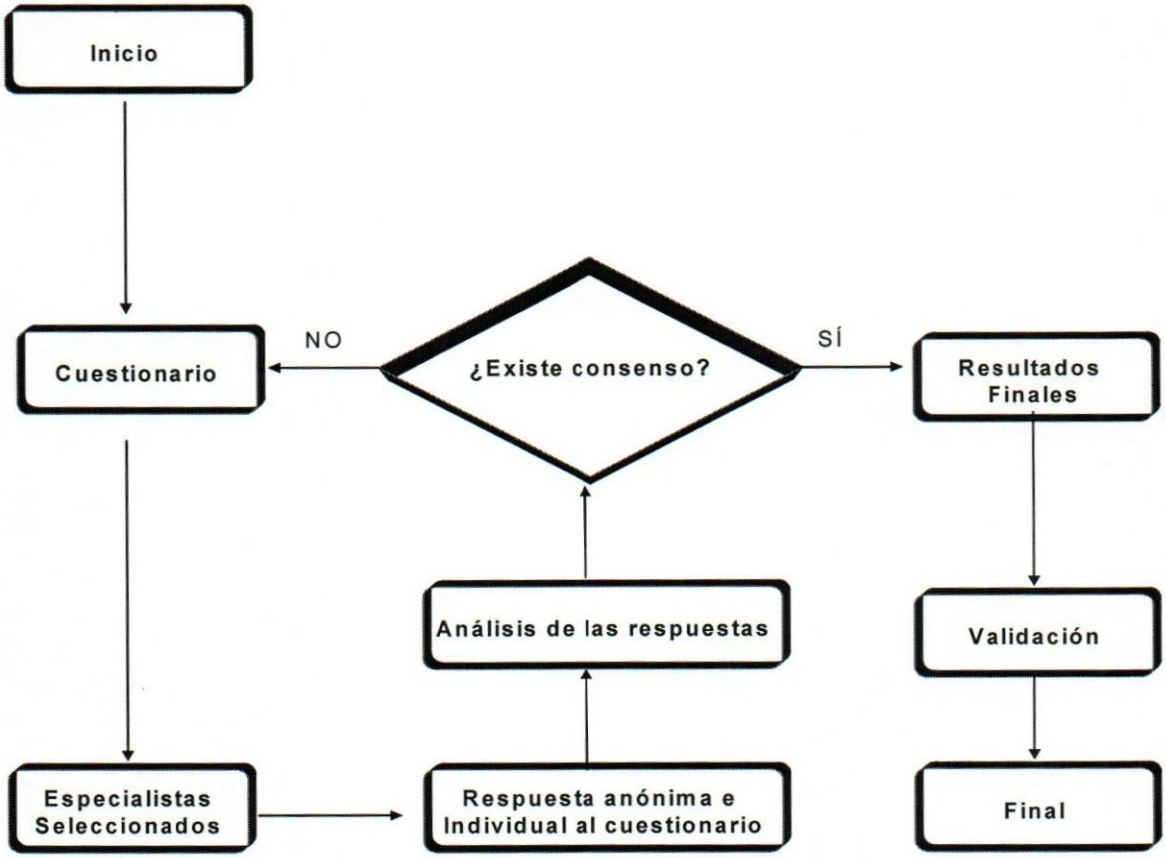


Figura 15. Esquema del proceso delphi.Fuente: Mendoza Puga (2001), Tesis Doctoral UPM, Madrid

3.3.4. Esquema Básico del Diseño Metodológico.

Para lograr el cumplimiento del objetivo, es necesario establecer el camino que se seguirá, la relación de pasos y procesos en esta metodología son:
Identificación y selección de expertos.

- Definición de variables, indicadores de impactos y escala de valor.
- Instrumento de recolección de datos (cuestionarios)
- Procedimiento para la recolección.
- Procesamiento estadístico de la información.
- Análisis e interpretación de datos.
- Presentación de resultados.

La selección de los especialistas en un estudio Delphi es un factor importante a considerar. El que sean expertos o especialistas deber ser una de las condiciones de partida. Porque su conocimiento en el tema de estudio, le confiere la autoridad necesaria para que sus opiniones sean tomadas en cuenta respetando siempre su independencia de criterio. Dada la limitación del número de expertos existentes en el área ambiental relacionada con la pérdida de vegetación natural terrestre en el país, el muestreo utilizado fue no probabilístico, del tipo preferencial bola de nieve (Cea,1996). En este tipo de muestreo se comienza con dos o tres panelistas y estos a su vez remiten a otros expertos que acepten participar en la investigación. Los expertos o panelistas fueron seleccionados tomando como base los siguientes criterios:

- Experticia en evaluación de impactos ambientales.
- Experticia en el área de Vegetación Natural.
- Experiencia en la evaluación, valoración, estudio de impactos ambientales relacionados con pérdida de vegetación.
- Experiencia en determinar y establecer límites de calidad ambiental asociados a normas o leyes del país.

El tipo de muestreo utilizado, no probabilística (Cea,1996), tiene como inconveniente que los resultados obtenidos corresponden al análisis de los datos suministrados por los participantes, es decir, los resultados obtenidos en las curvas funcionales de calidad ambiental sólo aplicarán para aquellos casos que cumplan con los datos e información manejada por los investigadores. Estos expertos consultados, ayudaron a establecer, de acuerdo a su juicio, experiencia e inducción brindada por la investigación, sus opiniones acerca de:

Los componentes vinculados con la pérdida de vegetación natural terrestre que se relaciona con la calidad ambiental son:

- Límites mínimos y máximos de calidad ambiental para el factor pérdida de vegetación natural terrestre (VNT).
- Ecuación o forma general de la función de transformación (FT).

Para este estudio Delphi se contó con la participación de los expertos profesionales citados en la tabla 1. Además se anexó la información profesional de cada panelista encuestado.

Tabla 21. Lista de Expertos Ambientales Participantes.

Nombre	Profesión/ Especialidad	Ámbito de trabajo	Localidad
Joaquín Benitez	Ingeniero Agrónomo Evaluador Ambiental	UCAB CAURA	Caracas
Ismael Hernández	Biólogo Doctor en Ecología	UCV	Caracas
Roberto Hidalgo	Ingeniero Forestal	MINAMB	Caracas
Jesús López	Ingeniero Civil	CIDIAT-ULA	Mérida
Euro Segovia	Ingeniero Forestal	MINAMB	Caracas
Anibal Luna Lugo	Ingeniero Civil	CIDIAT-ULA	Mérida
Carmen T. Senior	Biólogo Doctora en Ecología	ECOPROYECTOS	Caracas
Pedro García	Ingeniero Agrónomo	UCAB EDELCA	Caracas
Maria Lugo	Ingeniero Agrónomo	MINAMB	Caracas
Roberto Lopez	Ingeniero Agronómo	CIDIAT - ULA	Mérida
Alfredo Gorrochotegui	Ingeniero Civil Ambiental	UCAB	Caracas
Cathy Villalba	Biológo Consultor Ambiental	Ecology & Enviroment	Caracas
Fernando Delgado	Ingeniero Agrónomo	CIDIAT - ULA	Mérida
Laila Iskandar	Ingeniero Agrónomo	UCAB	Caracas
Rosario Madriz	Biólogo	MINAMB	Caracas
Rafael Hernández	Ingeniero Agrónomo	MINAMB	Caracas
Luz Elena Rivas	Ingeniero Agrónomo	MINAMB	Caracas
Argelia Silva	Biólogo	MINAMB	Caracas
Américo Catalán	Ingeniero Forestal	MINAMB	Caracas
Ramiro Salcedo	Biólogo Doctor en Ecología	IDEA - USB	Caracas

3.4. CUESTIONARIOS.

La calidad de los resultados que se logran obtener depende, de la adecuada selección de los especialistas en área y de un diseño apropiado de los cuestionarios a procesar. El cuestionario es el instrumento fundamental de esta investigación, por lo que un buen diseño es muy importante. En su elaboración se debe tomar en cuenta:

- Evitar que sea largo
- Organización coherente y lógica
- Diseñado para que sea fácil de rellenar
- Redactar las preguntas con claridad y palabras conocidas.
- Procurar que sea atractivo.
- Procurar preguntas sencillas para respuestas concretas.

Los pasos del diseño del cuestionario como instrumento de recolección de la información son:

- Definir las variables, índices, unidades de medida y umbrales de valor en función de la información bibliográfica.
- Redactar un cuestionario con base a la información anterior.
- Recurrir a la asesoría de expertos para discutir su pertinencia.
- Modificaciones del cuestionario con base a las propuestas hechas por los expertos.
- Aplicación del cuestionario en la primera ronda con base a la técnica Delphi.
- Recolección de los cuestionarios rellenados.
- Análisis de la información recabada con la ayuda de expertos asesores, de acuerdo con las observaciones de los expertos de la técnica Delphi en la primera ronda.

El cuestionario resultante será el definitivo para buscar el consenso.

El papel relevante de la participación de los expertos asesores en el procedimiento para elaborar las preguntas del cuestionario es fundamental. Esta reunión (la entrevista) personal entre el experto asesor y el encuestador conlleva a obtener información sobre los puntos específicos que le sean planteados, recoger todas las observaciones hechas por el experto asesor y aclarar las dudas que se presentan. Hay que resaltar su valiosa colaboración en el diseño del cuestionario.

3.4.1. Primer cuestionario

El propósito del primer cuestionario es obtener la opinión de los participantes, para determinar cuán importantes son las variables, indicadores o rangos de valores expresados en el cuestionario y analizar si algunos parámetros que no se tomados en cuenta en su elaboración.

Consta de dos preguntas:

En la primera se busca establecer la importancia que tiene cada uno de los factores ambientales considerados: cuerpos de agua, calidad del aire, microclima, diversidad biológica, fauna silvestre, paisaje y valor económico vegetal afectados por la pérdida de vegetación natural terrestre (VNT), en cuanto a su contribución a la calidad global del medio ambiente. Para ello se va a solicitar a los expertos que asignen, a cada factor afectado, un peso ponderado, expresado en unidades de importancia (UIP), de manera tal, que la suma de todos los componentes ambientales sea igual a 100 UIP.

En la segunda pregunta se trata de ponderar el efecto que tiene la pérdida de vegetación (VNT), sobre cada uno de los factores ambientales anteriormente

considerados. Para esto se pide calificar la calidad ambiental para cada factor ambiental afectado por la pérdida de VNT, utilizando una escala de puntuación del 0 al 10; cero (0) para la peor y diez (10) para la mejor situación ambiental. El indicador utilizado para medir el impacto ambiental es la pérdida de VNT expresada en porcentaje de superficie.

Esta pregunta a su vez, se dividió en tres partes utilizando el mismo esquema para cada una de ellas, en donde se busca con la misma interrogante averiguar como varía la calificación de la calidad ambiental considerando el grado de intervención que presenta la región dada al inicio del proceso de deforestación.

- La pregunta DOS-A se aplica para una región sin intervención aparente.
- La pregunta DOS-B se aplica para una región con intervención moderada.
- La pregunta DOS-C se aplica para una región con intervención fuerte.

Según el MINAMB (MARN, 2002) la intervención a la formación vegetal se refiere al estado de alteración que es posible observar en una formación vegetal, debido a causas antrópicas de tipo agropecuario, forestal o minero. Se consideran tres tipos:

- Sin intervención aparente: No hay alteración de la estructura fisonómica de la formación o es imperceptible.
- Intervención moderada: la intervención altera levemente la estructura fisonómica de la formación y no cambia fundamentalmente su aspecto original (menos de 30% de intervención).
- Intervención fuerte: Se observa una alteración que modifica la estructura fisonómica de la formación vegetal (más de 30% de intervención).

Con los aportes y sugerencias suministrados por cada uno de los expertos encuestados este primer cuestionario de tipo exploratorio, se busca establecer definitivamente las variables, indicadores y rangos de valores a ser tomados en cuenta para preparar el cuestionario a aplicar, durante el desarrollo de la técnica

Delphi. En el anexo A.1 se muestra el modelo completo del primer cuestionario aplicado en este trabajo.

3.4.2. Segundo cuestionario.

Una vez regresado el primer cuestionario, se realizó el estudio estadístico, se envió el segundo a los especialistas participantes con las observaciones y sugerencias efectuadas por ellos en el primer cuestionario. En el anexo A.2 se muestra el modelo completo del segundo cuestionario aplicado.

3.5 TRATAMIENTO ESTADÍSTICO

La manera de hacerle llegar la información que corresponda a la apreciación del panel, es utilizando la respuesta estadística del mismo, asegurando que todas las opiniones expresadas por cada uno de los expertos sean reflejadas y transmitidas al resto.

Al tratarse de un ejercicio Delphi se debe partir del principio que al menos, en la primera ronda, va a existir una cierta dispersión en las respuestas de los integrantes del panel. A medida que avanza en el proceso de iteración y disponer de la estadística y opiniones de la primera ronda, la dispersión en las respuestas debe disminuir, alcanzándose cada vez un mayor grado de consenso (Dalkey, 1969).

Para establecer el grado de consenso alcanzado en cada ronda, se utilizan varias herramientas estadísticas; las más frecuentemente utilizadas son: la media y la mediana como medidas de tendencia central, y la desviación estándar o el rango intercuartílico (RIC) como medidas de dispersión.

Algunas experiencias sugieren que el mejor tratamiento estadístico para describir el consenso en todas las distribuciones es la mediana y el RIC (Dalkey 1969) como indicador del consenso, evitándose así el peso excesivo que en la respuesta final del grupo puedan tener los valores extremos, aspecto no deseable en este análisis. Aunque el consenso no es el objetivo principal, si se busca lograr una distribución de las respuestas lo menos dispersa posible.

La mediana es el valor para el cual ordenadas todas las estimaciones en forma creciente, la mitad de ellas es menor que este valor y la otra mitad mayor. El rango intercuartílico (RCI) es el valor absoluto de la diferencia entre el percentil 75 y el 25 [q3-q1]. Con esta información, disponible en cada fase del proceso iterativo, los especialistas comparan sus respuestas con las del resto del grupo, representada por la mediana, reduciendo al mínimo el RCI.

Otro punto importante a considerar en este tipo de análisis es el número de integrantes del panel. Dalkey (1969) encontró que el número óptimo de expertos necesarios para llevar a cabo un análisis Delphi es una muestra aproximada de 17 individuos. En la figura 16 se observa que el error medio del grupo disminuye exponencialmente hasta ese tamaño de muestra, punto a partir del cual disminuye en una cuantía mucho menor.

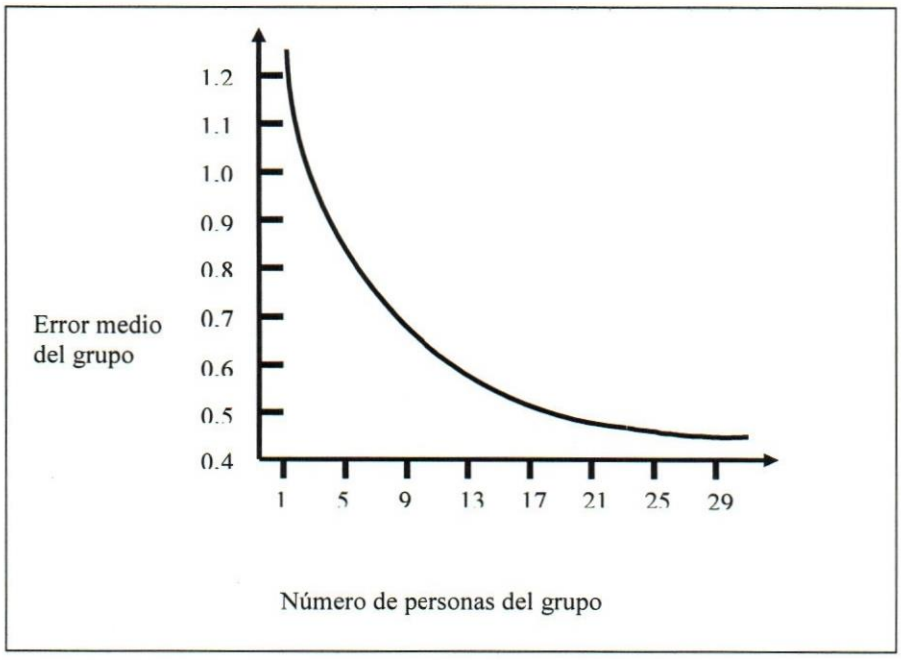


Figura 16. Efecto en el error en función del tamaño del grupo

Se puede estimar que la muestra de expertos debería estar comprendida entre 17 y 30 individuos, siendo 7 el número mínimo exigible (Landaeta 1999).

Mendoza Puga (2001) elaboró varias funciones de transformación, entre ellas, una para la vegetación donde consideró evaluar la calidad y la fragilidad de la vegetación en los alrededores de la ciudad de Madrid, España. En el trabajo se utiliza como medida de tendencia central la mediana y el RIC como medida de dispersión para las respuestas del panel, constituido por 21 especialistas. Su argumentación está basada en el trabajo publicado por Dalkey (1969) en la Rand Corporation, quien es el pionero en los estudios Delphi y argumenta que es más práctico utilizar la mediana de acuerdo a:

- En el caso más desfavorable, independientemente de la distribución de las respuestas y de la localización de la respuesta verdadera T, la probabilidad de que la mediana (M) del grupo (la mitad de las respuestas es mayor y la

otra mitad es menor), esté al menos tan cerca de la respuesta verdadera T como cualquiera de las respuestas individuales, como se puede ver en la figura17.

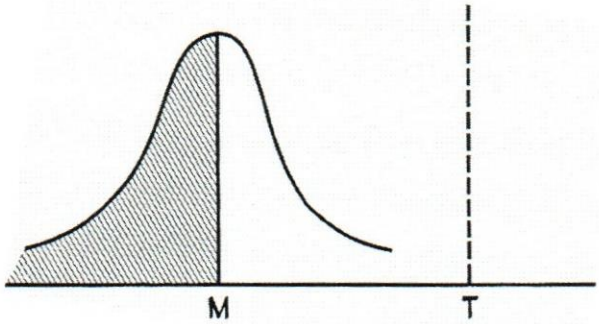


Figura 17. Caso más desfavorable

- Si el rango de respuestas dadas por los integrantes del panel incluyen a la respuesta verdadera, entonces en general, la mediana (M) está más cerca de la respuesta verdadera que más de la mitad del grupo como se muestra en la figura 18.

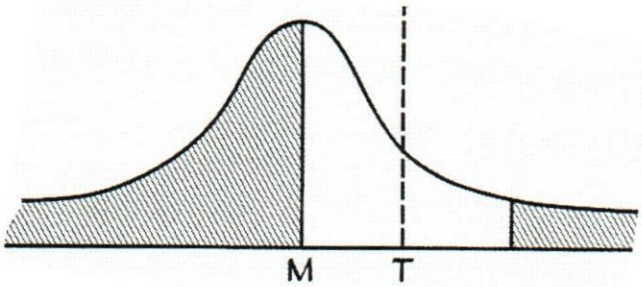


Figura 18. Caso más favorable

En base a lo expuesto, el tratamiento estadístico a utilizar en el presente trabajo, se referirá a la mediana como medida de tendencia central y al rango intercuartílico como medida de consenso, con un número de especialistas participantes de 24.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

En esta sección se presenta un resumen de los resultados de las encuestas realizadas, además se incluye el estudio estadístico y la opinión de los especialistas participantes en el método Delphi para cada uno de los cuestionarios y el procedimiento utilizado para elaborar la función de transformación. Para los cálculos y gráficos se utilizaron los programas Excel 5,0 de Microsoft Windows y Sigma Plot 9.0

4.1 Primer Cuestionario.

4.1.1 Primera Pregunta.

La primera pregunta se realizó de la siguiente forma:
Distribuya 100 puntos entre los siguientes factores ambientales, afectados por pérdida de VNT, de tal forma que el puntaje represente la importancia relativa, que para usted tenga cada factor, en cuanto a la calidad global del medio ambiente.

A partir de las respuestas emitidas por el panel participante se procedió a calcular la mediana y el rango intercuartílico para cada uno de los factores considerados. Para esta primera pregunta participaron 24 especialistas. Los resultados se muestran en la tabla 22 y en el anexo A.2 se mostrará la información completa de las puntuaciones de cada participante.

Tabla 22. Efecto de la Pérdida de VNT Sobre Cada Factor
Primer cuestionario, Pregunta Uno.

	Mediana	Cuartil 1	Cuartil 3	RIC
Cuerpos de Agua	15,0	10,0	20,0	10,0
Calidad del Aire	4,0	3,0	5,0	2,0
Microclima	17,5	9,5	20,0	10,5
Suelos	12,5	10,0	15,0	5,0
Diversidad Biológica	20,0	15,0	20,0	5,0
Fauna Silvestre	20,0	15,0	30,0	15,0
Paisaje	5,0	5,0	8,5	3,5
Valor Económico Vegetal	5,0	2,0	10,0	8,0
Total	99			

4.1.1.1 Comentarios y Observaciones de los Especialistas con Relación a la Primera Pregunta.

- Especialista I

1.- Considero al factor más relevante cuando es afectado por pérdida de vegetación, a los cuerpos de agua, porque sin ella, todos los otros factores carecen de importancia.

2.- La calidad del aire, está muy relacionada con el microclima, se pueden agrupar los dos con un diez por ciento de afectación

- Especialista 2

Estimo que el factor más importante es el suelo ya que al no tener vegetación que amortigüe a las lluvias generara un proceso de erosión con las consecuencias de la perdida de la capa vegetal alterando los demás factores, como la diversidad biológica es decir las plantas que son el sustento de la fauna silvestre.

- Especialista 3

Tengo experiencia en la evaluación de impactos ambientales, soy académico de la ecología y conozco las bases del Delphi y las funciones de transformación. Conozco las limitaciones teóricas y prácticas de establecer estas funciones y su uso en los EIA. En síntesis conozco de la sinergia práctica y teoría, pero aún así se me hace difícil ponderar un valor de importancia de los ítems anteriores, ya que depende del tipo de ecosistema y su extensión y el tipo de impacto. Si el impacto es sobre un ecosistema de amplia distribución los impactos pueden ser bajo, no así lo contrario Los impactos sobre los cuerpos de aguas dependen de la red hídrica o de la cercanía a la zona de impacto y así sucesivamente. La valoración anterior refleja un juicio de valor respecto a la premisa de cual receptor recibe el impacto primero o con mayor probabilidad. Con mayor intensidad no es muy claro establecerlo. Ojo, cambios en la diversidad biológica y en la fauna silvestre se está considerando dos veces un mismo componente. Hay que delimitar mejor esto.

- Especialista 5

Le di énfasis a lo que tiene que ver con la vida: fauna silvestre y diversidad biológica. En segundo lugar al microclima, pero en realidad este tiene tanta importancia como lo vivo.

- Especialista 6

En realidad, cada uno de los parámetros arriba indicados, resultan ser muy importantes en el contexto del medio ambiente como conjunto indivisible. Sin embargo, los dos últimos son más bien el producto de la percepción humana, en tanto que los primeros no dependen de ésta.

- Especialista 7

Los cuerpos de agua son la fuente de abastecimiento del consumo humano y para la producción agrícola. La disminución de la cubierta vegetal protectora afecta la calidad del agua tanto en términos cuantitativos como cualitativos. El

restablecimiento de una cubierta vegetal protectora, es muy costosa en tiempo y recursos.

- Especialista 8

No hay duda que la magnitud de la pérdida, el tipo de vegetación que se pierde y el donde se realiza pudiese modificar estas relaciones.

- Especialista 9

Debe destacarse que estas ponderaciones estarían sujetas a elemento claves para el VNT como: complejidad, sensibilidad-fragilidad y nivel de alteración o afectación.

- Especialista 11

La definición de la importancia de los diferentes factores se ve afectada porque no hay independencia entre ellos. Cualquier alteración de los suelos por erosión, por ejemplo, redundará en daños a la calidad de las aguas, y eso a su vez afectará a la ictiofauna y demás habitantes de los cuerpos de agua. Además, la erosión afecta directamente la calidad del paisaje. La falta de independencia entre las variables puede afectar los resultados finales de este análisis.

- Especialista 13

La *fauna silvestre* conceptualmente esta incluida dentro de la biodiversidad (componentes bióticos) se sugiere cambiar por hábitats de especies. La biodiversidad incluye todas la formas de vida, y pasa por toda la escala filogenética, desde los invertebrados microscópicos y microflora hasta las especies superiores de animales y plantas.

- Especialista 15

Lamentablemente este es un proceso donde la pérdida de VNT afecta directamente a otros factores que, al verse afectados fomentan y multiplican la

pérdida de VNT en un círculo vicioso que sólo culmina de llegarse a establecer otra condición de equilibro ya sea en forma natural o inducida.

- Especialista 16

Debería considerarse el tipo de VNT en su densidad ó concentración de biomasa. No es igual si se trata de bosques con vegetación arbórea densa que si se trata de vegetación liviana como en los chaparrales ó medianamente densa como los morichales.

- Especialista 19

* La Diversidad Biológica abarca tanto el recurso Vegetación como Fauna. Habría dos posibilidades: Englobar tanto al recurso vegetación como fauna bajo el concepto de Diversidad Biológica, o mantenerlos separados, y renombrar el factor que denominas D.B., aludiendo sólo al recurso vegetación (por ejemplo, Riqueza de Especies Vegetales).

* ¿La microfauna del suelo como parte de la fauna silvestre? Revisar esta consideración. Sugiero incluir a la microflora y microfauna del suelo bajo las Condiciones Biológicas del Suelo. Esto dentro de un esquema que incluya la totalidad de las condiciones edáficas: aspectos físicos, químicos y biológicos. De esta manera también se toma en cuenta las relaciones vegetación-suelo por la vía de aportes de nutrientes, que está omitido hasta ahora.

* ¿No debería abordarse de alguna manera el tipo de formación de la vegetación natural terrestre? No es igual la afectación ambiental, en áreas bajo bosque, matorral, o sabanas. A juzgar por la propuesta, tu estudio está orientado a ecosistemas boscosos.

* Considerar el paisaje además de la perspectiva estética, como paisaje ecológico. Esto permitiría un enfoque que incluya las relaciones espaciales, tanto en la estructura como en la dinámica funcional, bajo la perspectiva de mosaicos de ecosistemas.

- Especialista 20

Diversidad Biológica, incluye a las especies de fauna y flora; actualmente, algunos conceptos incluyen también al componente humano. Si se quiere evaluar la pérdida de especies de plantas, entonces se tiene que colocar: Diversidad Florística (Disminución o extinción de especies vegetales: afectación en el potencial genético del recurso); Agregar igual en Fauna Silvestre la frase: afectación del potencial genético del recurso.

- Especialista 23

Todos estos factores se ven altamente afectados por pérdida de la vegetación pero depende sobre todo de la magnitud de la pérdida y si realmente era o es vegetación natural la cual es muy escasa en el mundo.

- Especialista 24

* Fauna Silvestre está incluida en Diversidad Biológica, de no considerarlo así habría que cambiar el nombre del Factor Diversidad Biológica por Diversidad Biológica Forestal.

* Es difícil priorizar debido a que la mayor parte de los factores están relacionados, el enfoque es ecosistémico.

* Se consideró grandes áreas, es decir la incidencia a escala global.

4.1.2. Segunda Pregunta.

En la segunda pregunta se ponderó el efecto que tiene la pérdida de vegetación (VNT), sobre cada uno de los factores ambientales considerados en la pregunta uno, en relación al grado de intervención que presenta la zona en la cual se va a realizar la deforestación.

- La pregunta DOS-A se refiere para una región sin intervención aparente.

- La pregunta DOS-B se refiere para una región con intervención moderada.
- La pregunta DOS-C se refiere para una región con intervención fuerte.

La pregunta DOS-A se formuló de la siguiente manera:

Califique la calidad ambiental, relacionada con la pérdida de VNT, para una región "sin intervención aparente", utilizando la escala numérica del 0 al 10 para cada uno de los siguientes componentes, donde la mayor y mejor calidad ambiental corresponde a la mayor calificación.

De igual forma se redactó las preguntas DOS-B y DOS-C

En esta encuesta participaron 21 especialistas integrantes del panel. Para cada uno de los factores ambientales considerados y los rangos de pérdida de VNT establecidos se calcularon las medianas y los rangos intercuartílicos de la calidad ambiental. Los resultados se muestran en las tablas 23, 24 y 25 y en el anexo A se mostrará la información completa de las puntuaciones de cada participante.

Tabla 23. Consenso por Factores y por Pérdida de VNT. Primer Cuestionario, Pregnta DOS-A.

% Pérdida de VNT		Cuerpos de Agua	Calidad del Aire	Micro clima	Suelos	Diversidad Biológica	Fauna Silvestre	Paisaje	Valor económico vegetal
< 5	Mediana	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
	Cuartil 1	9,3	8,3	10,0	9,0	9,0	9,0	8,3	9,0
	Cuartil 3	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
	RIC	0,8	1,8	0,0	1,0	1,0	1,0	1,8	1,0
5--10	Mediana	8,0	9,0	9,0	8,0	8,0	9,0	9,0	8,0
	Cuartil 1	8,0	7,3	8,0	7,0	8,0	8,0	7,0	6,0
	Cuartil 3	9,0	10,0	9,8	9,0	9,0	9,0	9,0	10,0
	RIC	1,0	2,8	1,8	2,0	1,0	1,0	2,0	4,0
10-20	Mediana	6,5	8,0	7,5	6,5	7,0	7,0	7,0	6,0
	Cuartil 1	5,3	5,3	6,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
	Cuartil 3	8,0	9,0	9,0	7,8	8,0	8,0	8,0	9,0
	RIC	2,8	3,8	3,0	2,8	3,0	3,0	3,0	4,0
20-35	Mediana	5,0	6,5	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
	Cuartil 1	4,0	3,3	4,0	3,0	3,3	4,0	4,3	3,0
	Cuartil 3	6,0	8,0	8,0	6,0	7,0	7,0	7,0	7,0
	RIC	2,0	4,8	4,0	3,0	3,8	3,0	2,8	4,0
>35	Mediana	2,5	3,5	4,5	4,0	3,0	3,5	4,5	3,0
	Cuartil 1	2,0	2,0	2,0	1,0	2,0	2,0	1,3	2,0
	Cuartil 3	5,0	6,8	6,8	5,0	6,0	5,8	6,0	6,0
	RIC	3,0	4,8	4,8	4,0	4,0	3,8	4,8	4,0

RIC : Rango Intercuartílico
RIC ≤ 1 : consenso

Tabla 24. Consenso por Factores y por % de Pérdida deVNT. Primer Cuestionario, Pregunta DOS-B.

% Pérdida de VNT		Cuerpos de Agua	Calidad del Aire	Micro clima	Suelos	Diversidad Biológica	Fauna Silvestre	Paisaje	Valor económico vegetal
< 5	Mediana	8,0	8,0	9,0	8,0	8,0	8,0	8,5	8,0
	Cuartil 1	8,0	7,0	8,0	7,0	7,0	7,0	8,0	8,0
	Cuartil 3	9,0	9,8	9,8	9,0	9,8	9,8	9,0	9,0
	RIC	1,0	2,8	1,8	2,0	2,8	2,8	1,0	1,0
5 - 10	Mediana	7,0	7,0	7,0	6,0	7,0	7,0	7,0	7,0
	Cuartil 1	5,5	6,0	6,5	6,0	5,0	5,0	6,0	5,0
	Cuartil 3	8,0	9,0	8,5	7,5	8,0	8,0	8,0	8,0
	RIC	2,5	3,0	2,0	1,5	3,0	3,0	2,0	3,0
10 - 20	Mediana	5,0	6,0	6,0	5,0	6,0	5,0	6,0	6,0
	Cuartil 1	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
	Cuartil 3	6,0	8,0	8,0	6,0	7,0	6,0	6,0	7,0
	RIC	1,0	3,0	3,0	1,0	2,0	1,0	1,0	2,0
20 – 35	Mediana	5,0	6,0	6,0	4,5	5,0	4,0	5,0	5,0
	Cuartil 1	3,3	3,0	3,3	3,0	3,3	3,3	3,3	3,0
	Cuartil 3	5,8	7,0	7,0	5,0	5,8	5,0	5,0	6,0
	RIC	2,5	4,0	3,8	2,0	2,5	1,8	1,8	3,0
>35	Mediana	3,0	4,5	4,5	3,0	3,0	3,0	3,5	4,0
	Cuartil 1	1,3	2,0	2,3	1,0	1,3	1,3	1,3	1,3
	Cuartil 3	4,0	6,8	6,0	4,0	4,0	4,0	4,8	6,5
	RIC	2,8	4,8	3,8	3,0	2,8	2,8	3,5	5,3

RIC : Rango Intercuartílico
RIC ≤ 1 : consenso

Tabla 25. Consenso por Factores y por Pérdida de VNT. Primer Cuestionario, Pregunta DOS-C.

% Pérdida de VNT		Cuerpos de Agua	Calidad del Aire	Micro clima	Suelos	Diversidad Biológica	Fauna Silvestre	Paisaje	Valor económico vegetal
< 5	Mediana	6,0	6,5	6,5	6,5	6,0	6,5	7,0	6,5
	Cuartil 1	5,0	6,0	6,0	5,3	5,0	4,3	6,0	5,0
	Cuartil 3	7,8	8,0	8,0	7,8	8,0	8,0	8,0	7,8
	RIC	2,8	2,0	2,0	2,5	3,0	3,8	2,0	2,8
5 - 10	Mediana	6,0	6,0	6,0	5,0	5,0	5,0	6,0	5,0
	Cuartil 1	5,0	5,0	5,3	5,0	3,5	4,3	5,0	4,0
	Cuartil 3	6,8	7,0	7,0	7,0	6,0	6,0	7,0	6,8
	RIC	1,8	2,0	1,8	2,0	2,5	1,8	2,0	2,8
10-20	Mediana	4,5	5,5	5,0	4,0	4,0	4,0	5,0	4,0
	Cuartil 1	4,0	4,0	4,3	3,0	3,0	3,0	3,3	3,0
	Cuartil 3	5,8	7,0	7,5	5,8	5,0	5,0	6,0	5,8
	RIC	1,8	3,0	3,3	2,8	2,0	2,0	2,8	2,8
20-35	Mediana	4,0	5,0	4,0	3,0	3,0	3,0	4,0	3,0
	Cuartil 1	2,0	3,0	3,0	2,0	2,0	2,0	2,5	2,0
	Cuartil 3	5,0	6,0	6,0	5,0	4,0	4,0	5,0	4,5
	RIC	3,0	3,0	3,0	3,0	2,0	2,0	2,5	2,5
>35	Mediana	2,0	3,0	2,0	1,0	2,0	1,0	2,0	2,0
	Cuartil 1	1,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Cuartil 3	4,0	5,0	6,0	3,0	3,0	3,0	4,0	3,0
	RIC	3,0	4,0	5,0	3,0	3,0	3,0	4,0	3,0

RIC : Rango Intercuartílico
RIC ≤ 1 : consenso

Para este trabajo, al igual como se hizo en anteriores investigaciones similares (Mendoza Puga y Marín) se tomará como criterio aceptable de consenso valores de RIC ≤ 1. Por los resultados mostrados en las tablas anteriores, como era de esperarse en esta primera ronda de la encuesta no se logró el consenso.

4.1.2.1. Comentarios y observaciones de los especialistas con relación a la pregunta DOS-A.

- Especialista 3

Ésto es contradictorio, ya que si no hay intervención aparente como puede pasar desapercibida pérdidas de VNT de más de 15%. (ojo los jurados de este trabajo pueden atacar fuertemente este punto. Bajo las premisas expuestas anteriormente).

- Especialista 7

Las cuencas hidrográficas con suficiente cubierta vegetal pueden considerarse como unidades de producción de agua. Se estima que alrededor de un 80% del agua para el consumo (urbano y rural) proviene del sistema de Parques Nacionales.

- Especialista 8

La relación es casi directa: mayor pérdida de la VNT menor calidad ambiental del componente considerado. Pero, es importante conocer el tipo de VNT que se esta perdiendo (Productora, protectora, etc). Por ejemplo en VNT productora, bajas afectaciones pudiesen mejorar su valor económico vegetal; pero afectaciones a una VNT protectora bajaría la calidad de los suelos, aguas, diversidad biológica, etc. Pérdidas de baja magnitud de la VNT pudiesen ser beneficiosas para la calidad del aire y el microclima. Utilizaré el semáforo: verde (mejora); amarillo (intermedia) y rojo (disminuye)

- Especialista 11

Los sitios prístinos tienen intacta su capacidad de soportar impacto. Sin embargo el cambio de prístino a intervención marcada (como es el caso de más de 35% de superficie intervenida) constituye una pérdida importante.

- Especialista 13

En el caso del recurso suelos no solo el efecto es de reducir la protección contra la erosión, sino se añade el efecto de deducción de aportes de materia orgánica, lo cuál afecta la fertilidad del horizonte superficial, al aumentar la tasa de mineralización por cambios en la temperatura del suelo al quedar expuesto. La pérdida de suelos cualquiera sea el factor de cobertura lleva también implícito la pérdida de semillas, propágulos, lo cual afecta la regeneración de la vegetación natural y en consecuencia la dirección del proceso de sucesión secundaria.

- Especialista 15

Mayor de 35% puede ser tan amplio como 100% en cuyo caso la calidad ambiental relacionada sería un intervalo entre el mínimo de intervención para 35% y el máximo supuesto: 100% para cuyo valor usual sería 0

- Especialista 19

Es un poco confusa la relación entre grado de intervención y pérdida de la VNT. En el caso de áreas poco intervenidas, pero con pérdida de VNT >35%, podría equipararse, en su máximas pérdidas, con las áreas de intervención moderada, e incluso, fuertemente intervenidas. ¿Qué tipo de vegetación se toma como la VNT ¿Bosque? ¿Qué tipo de bosque? Este aspecto es fundamental, pues el tipo de vegetación puede variar el análisis de muchos de los componentes considerados.

- Especialista 20

Como el área a perturbar permanece más o menos en su estado original, la alteración de la vegetación puede ser tolerada hasta cierto grado. Sin embargo, hay que tomar en cuenta, el tamaño del área a afectar (%), en relación al tamaño

de la zona a perturbar. También es importante considerar el tipo de vegetación a afectar (no es lo mismo un morichal o un manglar que una sabana, un bosque nublado o un bosque deciduo). Dependiendo del tipo de vegetación, esta puede regenerarse más rápido que otras, puesto que pueden existir gran cantidad de especies nativas que pueden suministrar las semillas necesarias para repoblar de nuevo el sitio afectado, unido por supuesto a la calidad del suelo. En el caso de la fauna por ejemplo, ésta puede no verse tan afectada, ya que consigue migrar a otras zonas aledañas no afectadas y establecerse en otros lugares que les provean de manera similar alimento y refugio.

- Especialista 23

Debería tomarse en cuenta el tipo de vegetación que sé esta perdiendo (bosque, arbustal, sabana, páramo, etc.) ya que por ejemplo no es lo mismo la pérdida de un bosque, con relación a los cuerpos de agua, que la remoción de la vegetación de sabana, por mencionar un solo aspecto. La calidad ambiental en sus múltiples factores (aquí mencionados) no pueden ser visto ni trabajados sin particularizar el ecosistema que se afecta, el área afectada, la ubicación geográfica, entre otros aspectos ecológicos.

4.1.2.2. Comentarios y observaciones de los especialistas con relación a la pregunta DOS-B.

- Especialista 7

Las crecidas y las inundaciones aumentan con la alteración o destrucción de la cubierta vegetal. Esto es particularmente cierto en cuencas pequeñas montañosas, dando origen a las crecidas torrenciales.

- Especialista 11

Los sitios con intervención moderada aún tienen capacidad de respuesta ante nuevas intervenciones, pero menor que los sitios prístinos. Además, partimos de estados de calidad menor que en el caso anterior.

- Especialista 20

Como el área a perturbar está levemente alterada y aun conserva algo de su estado original, la afectación puede ser tolerada hasta cierto grado, tomando en cuenta por supuesto, igual que en el comentario anterior, el tamaño del área a afectar, en relación al tamaño de la zona a perturbar. En este caso, la fauna puede comenzar a verse afectada, ya que se puede iniciar la desaparición de hábitat y de las zonas donde ésta pueda emigrar, afectándose el suministro de alimento y refugio. En relación a la vegetación, ésta puede que se reestablezca lentamente, puesto que van disminuyendo en cantidad y calidad las especies vegetales nativas del área que suministran el material genético (semillas) necesario para repoblar naturalmente de nuevo el sitio afectado

- Especialista 23

Aún cuando la vegetación esté alterada levemente los cambios ambientales son casi imperceptibles no varían significativamente al caso anterior, es decir la calidad ambiental medida en estos parámetros se verá igualmente afectada.

4.2. SEGUNDO CUESTIONARIO

4.2.1. Primera pregunta.

La primera pregunta se realizó de la siguiente forma:

Distribuya 100 puntos entre los siguientes factores ambientales, afectados por pérdida de VNT, de tal forma que el puntaje represente la importancia relativa, que para usted tenga cada factor, en cuanto a la calidad global del medio ambiente.

A partir de las respuestas emitidas por el panel participante se procedió a calcular la mediana y el rango intercuartílico para cada uno de los factores considerados. Para esta segunda ronda de la primera pregunta participaron 20

especialistas en el área de vegetación. Los resultados se muestran en la Tabla 26.

Tabla 26. Efecto de la Pérdida de VNT sobre cada factor
Segundo Cuestionario, Pregunta Uno

	Mediana	Cuartil 1	Cuartil 3	RIC
Cuerpos de Agua	15,0	10,0	15,5	5,5
Calidad del Aire	5,0	3,0	6,3	3,3
Microclima	15,0	10,0	20,0	10,0
Suelos	14,5	10,0	15,0	5,0
Diversidad Biológica	20,0	15,0	20,0	5,0
Fauna Silvestre	20,0	15,0	30,0	15,0
Paisaje	5,0	5,0	10,0	5,0
Valor Económico Vegetal	5,0	2,0	10,0	8,0
Total	100,0			

En esta segunda ronda no hubo observaciones por parte de los especialistas para esta pregunta. De los 24 participantes de la primera ronda, se recibió respuesta de 15 de ellos. Los demás, al recibir los resultados del primer cuestionario y no responder el segundo dan a entender que están de acuerdo con sus primeras respuestas y las confirman nuevamente.

4.2.2 Segunda pregunta.

Como ya fue señalado en la primera ronda de este estudio Delphi, la segunda pregunta se relacionó con el grado de intervención que presenta la zona en la cual se va a realizar la deforestación.

- La pregunta DOS-A se refiere para una región sin intervención aparente.
- La pregunta DOS-B se refiere para una región con intervención moderada.
- La pregunta DOS-C se refiere para una región con intervención fuerte.

La pregunta DOS-A se formuló de la siguiente manera:

Califique la calidad ambiental, relacionada con la pérdida de VNT, para una región "sin intervención aparente" utilizando la escala numérica del 0 al 10 para cada uno de los siguientes *situaciones*, donde la mayor y mejor calidad ambiental corresponde a la mayor calificación, *(a menor afectación mayor calificación)*

En esta segunda roda los especialistas no hicieron observaciones. De los 24 participantes de la primera ronda, se recibió respuesta de 15 de ellos. Los demás participantes, al recibir los resultados del primer cuestionario y no responder el segundo dan a entender que están de acuerdo con sus primeras respuestas y las confirman nuevamente. Los resultados obtenidos para cada una de las preguntas se muestran en las tablas 27, 28 y 29.

Tabla 27. Consenso por Factores y por Pérdida de VNT.Segundo Cuestionario: Pregunta DOS-A "Sin Intervención"

% Pérdida de VNT		Cuerpos de Agua	Calidad del Aire	Micro clima	Suelos	Diversidad Biológica	Fauna Silvestre	Paisaje	Valor econó-mico vegetal
< 5	Mediana	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
	Cuartil 1	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
	Cuartil 3	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
	RIC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5-10	Mediana	8,0	9,0	9,0	8,5	8,0	9,0	9,0	8,0
	Cuartil 1	8,0	9,0	8,0	8,0	8,0	8,3	9,0	8,0
	Cuartil 3	9,0	10,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	10,0
	RIC	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,8	0,0	2,0
10-20	Mediana	7,0	8,0	8,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
	Cuartil 1	6,0	8,0	7,0	6,0	7,0	7,0	7,0	6,0
	Cuartil 3	8,0	9,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
	RIC	2,0	1,0	1,0	2,0	1,0	1,0	1,0	2,0
20-35	Mediana	5,5	7,0	6,0	5,5	5,0	5,0	5,5	6,0
	Cuartil 1	4,0	6,0	4,3	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
	Cuartil 3	6,0	8,0	7,8	6,0	6,5	6,5	7,0	7,0
	RIC	2,0	2,0	3,5	1,0	1,5	1,5	2,0	2,0
>35	Mediana	2,0	4,0	4,5	4,0	3,0	3,5	5,0	4,0
	Cuartil 1	2,0	2,3	3,1	4,0	3,0	2,3	3,3	3,0
	Cuartil 3	5,0	6,0	6,0	5,0	5,5	4,8	6,0	6,0
	RIC	3,0	3,8	2,9	1,0	2,5	2,5	2,8	3,0

RIC : Rango Intercuartílico
RIC ≤ 1 : consenso

Tabla 28. Consenso por Factores y por Pérdida de VNT.
Segundo Cuestionario: Pregunta DOS-B "Intervención Moderada"

% Pérdida de VNT		Cuerpos de Agua	Calidad del Aire	Micro clima	Suelos	Diversidad Biológica	Fauna Silvestre	Paisaje	Valor económico vegetal
< 5	Mediana	8,0	8,0	9,0	8,0	8,0	8,0	8,8	8,0
	Cuartil 1	8,0	7,3	8,0	7,0	8,0	8,0	8,0	8,0
	Cuartil 3	8,0	9,0	9,8	9,0	8,0	8,0	9,0	9,0
	RIC	0,0	1,8	1,8	2,0	0,0	0,0	1,0	1,0
5-10	Mediana	7,0	7,0	8,0	6,0	7,0	7,0	7,0	7,0
	Cuartil 1	6,0	6,5	7,0	6,0	6,5	7,0	6,5	7,0
	Cuartil 3	7,5	7,5	8,0	7,0	7,5	7,5	7,0	8,0
	RIC	1,5	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5	0,5	1,0
11-20	Mediana	5,5	6,0	6,0	5,0	6,0	5,0	6,0	6,0
	Cuartil 1	5,0	5,0	6,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
	Cuartil 3	6,0	8,0	7,0	5,0	7,0	6,0	6,0	7,0
	RIC	1,0	3,0	1,0	0,0	2,0	1,0	1,0	2,0
21-35	Mediana	4,0	6,0	6,0	4,0	5,0	4,0	5,0	5,0
	Cuartil 1	4,0	5,3	5,3	3,3	4,0	4,0	4,0	4,3
	Cuartil 3	5,0	6,8	6,0	5,0	5,0	4,8	5,0	6,0
	RIC	1,0	1,5	0,8	1,8	1,0	0,8	1,0	1,8
>35	Mediana	3,0	4,5	4,3	3,0	3,0	3,0	3,0	4,0
	Cuartil 1	2,0	3,0	3,1	2,0	2,3	2,3	2,3	3,0
	Cuartil 3	3,8	5,0	5,0	3,8	3,0	3,0	4,0	5,0
	RIC	1,8	2,0	1,9	1,8	0,8	0,8	1,8	2,0

RIC : Rango Intercuartílico
RIC ≤ 1 : consenso

Tabla 29. Consenso por Factores y por Pérdida de VNT. Segundo Cuestionario: Pregunta DOS-C "Intervención Fuerte"

% Pérdida de VNT		Cuerpos de Agua	Calidad del Aire	Micro clima	Suelos	Diversidad Biológica	Fauna Silvestre	Paisaje	Valor económico vegetal
< 5	Mediana	6,0	6,5	6,3	7,0	6,0	6,0	7,0	6,3
	Cuartil 1	5,0	6,0	6,0	5,0	5,3	5,0	5,0	5,0
	Cuartil 3	6,8	7,8	7,0	7,0	6,0	7,0	7,0	7,0
	RIC	1,8	1,8	1,0	2,0	0,8	2,0	2,0	2,0
5-10	Mediana	5,0	6,0	6,0	5,0	5,0	5,0	5,5	5,0
	Cuartil 1	4,0	5,0	5,3	4,0	4,3	4,3	4,3	3,3
	Cuartil 3	6,0	6,0	7,0	5,0	5,0	5,0	6,0	5,0
	RIC	2,0	1,0	1,8	1,0	0,8	0,8	1,8	1,8
10-20	Mediana	4,0	4,5	5,0	3,0	4,0	4,0	4,0	4,0
	Cuartil 1	3,3	4,0	3,3	3,0	3,0	3,0	3,0	2,3
	Cuartil 3	4,4	6,8	5,0	4,0	4,0	4,0	5,0	4,0
	RIC	1,1	2,8	1,8	1,0	1,0	1,0	2,0	1,8
20-35	Mediana	3,0	4,0	4,0	2,0	3,0	3,0	3,0	3,0
	Cuartil 1	2,0	3,0	3,0	2,0	2,0	2,0	2,0	1,5
	Cuartil 3	4,0	5,0	4,0	4,0	3,5	3,5	4,0	3,0
	RIC	2,0	2,0	1,0	2,0	1,5	1,5	2,0	1,5
>35	Mediana	2,0	3,3	2,0	1,0	2,0	1,0	2,0	2,0
	Cuartil 1	1,0	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	Cuartil 3	3,0	5,0	3,0	3,0	2,0	2,0	2,0	2,0
	RIC	2,0	3,0	2,0	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0

RIC : Rango Intercuartílico
RIC ≤ 1 : consenso

Como se puede observar en la tabla 26 de la pregunta UNO y en las tablas 27, 28 y 29 de la pregunta DOS, se logró una reducción del rango intercuartílico para los diferentes factores, debido a que los especialistas pudieron contrastar las diferentes opiniones emitidas en el estudio Delphi.

Para alcanzar el consenso con RIC ≤ 1 se analizaron las respuestas de los especialistas tomando en cuenta aquellos factores ambientales que obtuvieron mayor peso ponderado en la pregunta UNO: la diversidad biológica, la fauna silvestre, los cuerpos de agua y el microclima. Revisando los resultados de estos factores se logra obtener un grado de consenso en un 60% de las respuestas emitidas.

4.3. ELABORACIÓN DE LA CURVA DE TRANSFORMACIÓN.

Para elaborar la curva de transformación se tomaron los resultados obtenidos en el segundo cuestionario, los cuales representan el logro del consenso entre las puntuaciones dadas por los especialistas participantes. El grado de importancia para cada uno de los factores considerados se muestra en la tabla 30 y están representados gráficamente en la figura 19.

Tabla 30. Ponderación o grado de importancia del medio afectado por la pérdida de VNT.

Componente	% de ponderación
Cuerpos de Agua	15,0
Calidad del Aire	5,0
Microclima	15,0
Suelos	15,0
Diversidad Biológica	20,0
Fauna Silvestre	20,0
Paisaje	5,0
Valor Económico Vegetal	5,0
Medio Integrado	100,0

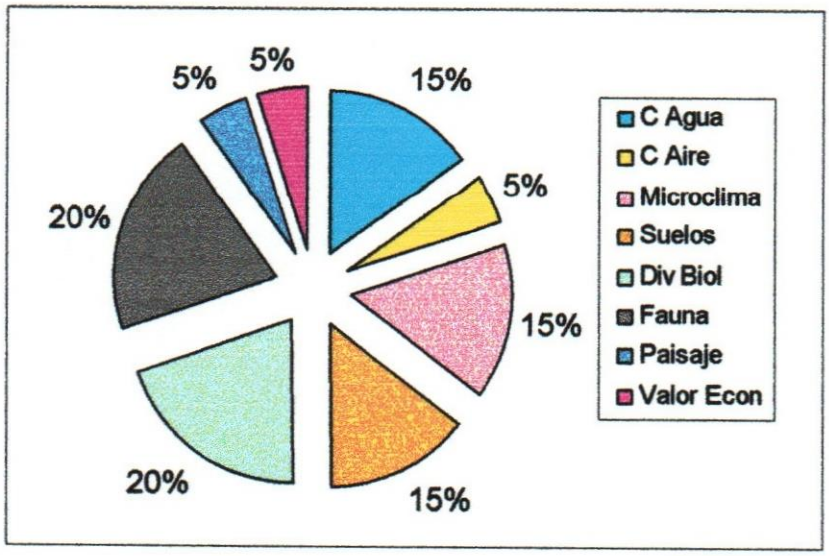


Figura 19. Porcentaje de afectación por pérdida de VNT al medio ambiente.

En la tabla 31 se muestra un resumen de los resultados de la calidad ambiental (CA) obtenidos, por factores y para cada uno de los rangos de pérdida de VNT estudiados para "Sin Intervención Aparente".

Tabla 31. Resumen de los Resultados por Factores y para cada Rango de Pérdida de VNT "Sin Intervención Aparente".

Rangos %)	Cuerpos de Agua	Calidad del Aire	Micro-clima	Suelos	Diversidad Biológica	Fauna Silvestre	Paisaje	Valor económico vegetal
< 5	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
5 - 10	8,0	9,0	9,0	8,5	8,0	9,0	9,0	8,0
11 - 20	7,0	8,0	8,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
21 - 35	5,5	7,0	6,0	5,5	5,0	5,0	5,5	6,0
> 35	2,0	4,0	4,5	4,0	3,0	3,5	5,0	4,0

En la tabla 32 se muestra el resultado de multiplicar cada mediana de la CA (tabla31) por el porcentaje de importancia para cada factor respectivo expresado en la tabla 30. El resultado corresponde a la contribución de la calidad ambiental global con relación a la superficie afectada por la pérdida de VNT por factores y por rango de pérdida.

Tabla 32. Contribución de cada Factor a la Calidad Global para los Rangos de Pérdida de VNT "sin intervención aparente".

Rangos	Cuerpos Agua	Calidad del Aire	Micro-clima	Suelos	Divers Biolog	Fauna	Paisaje	Valor Eco. Veg.	Medio integrado
< 5	1.50	0.60	1.40	1.30	1.80	2.10	0.70	0.70	10.02
5 - 10	1.20	0.54	1.26	1.11	1.44	1.89	0.63	0.56	8.55
11- 20	1.05	0.48	1.12	0.91	1.26	1.47	0.49	0.49	7.17
21- 35	0.83	0.42	0.84	0.72	0.90	1.05	0.39	0.42	5.51
>35	0.30	0.24	0.63	0.52	0.54	0.74	0.35	0.28	3.56

En la figura 20 se muestra la curva de transformación para la calidad ambiental global (medios integrados) en función de cada uno de los rangos de pérdidas de VNT considerados para el caso sin intervención aparente.

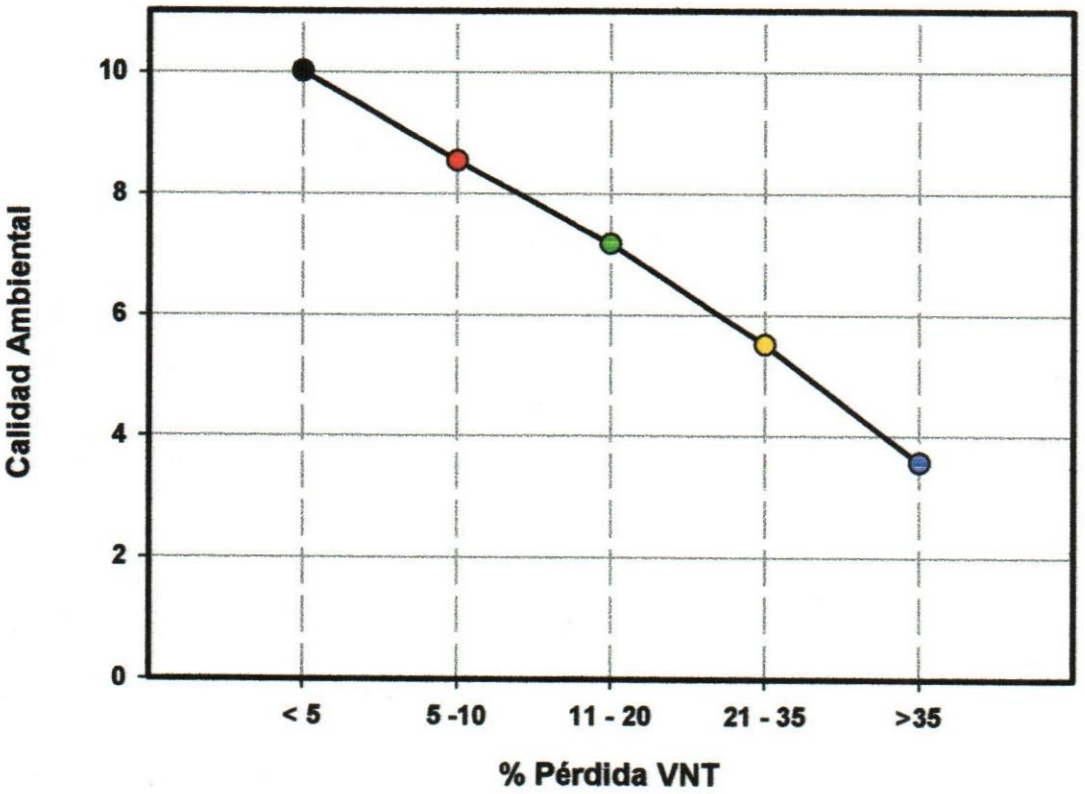


Figura 20. **Función de t ransformación de calidad ambiental vs % pérdida VNT (sin intervención)**

Para efecto de comparación con otras gráficas reportadas en la literatura y su aplicación en estudios de impactos ambientales, se graficó la curva obtenida para el valor medio de los rangos de % pérdida de VNT anteriormente señalados.

En la tabla 33 se muestra los resultados de las medianas de CA para cada rango de % pérdida de VNT resultante del consenso de los especialistas en función de cada factor ambiental, para el caso "Sin Intervención Aparente". El primer valor se asumió cero para el % pérdida de VNT para CA = 10 y para el último intervalo abierto se tomó como valor medio el 40%.

Tabla 33. Contribución de cada Factor a la Calidad Global para los valores medios de % Pérdida de VNT "Sin Intervención Aparente".

% Pérdida VNT	Cuerpos Agua	Calidad del Aire	Micro-clima	Suelos	Divers Biol	Fauna	Paisaje	Valor Eco. Veg.	Medio integrado
0,0	1.50	0.60	1.40	1.30	1.80	2.10	0.70	0.70	10.0
7.5	1.20	0.54	1.26	1.11	1.44	1.89	0.63	0.56	8.6
15.0	1.05	0.48	1.12	0.91	1.26	1.47	0.49	0.49	7.2
27.5	0.83	0.42	0.84	0.72	0.90	1.05	0.39	0.42	5.5
40.0	0.30	0.24	0.63	0.52	0.54	0.74	0.35	0.28	3.6

Los resultados reflejados en la tabla 33 para "Sin Intervención Aparente" se muestran graficados en la figura 21. En ella se presentan en la parte inferior, las funciones de transformación de calidad ambiental correspondiente para cada factor ambiental analizado en función del valor medio del % pérdida de VNT y en la parte superior de la misma gráfica está señalada la curva de CA para el medio integrado.

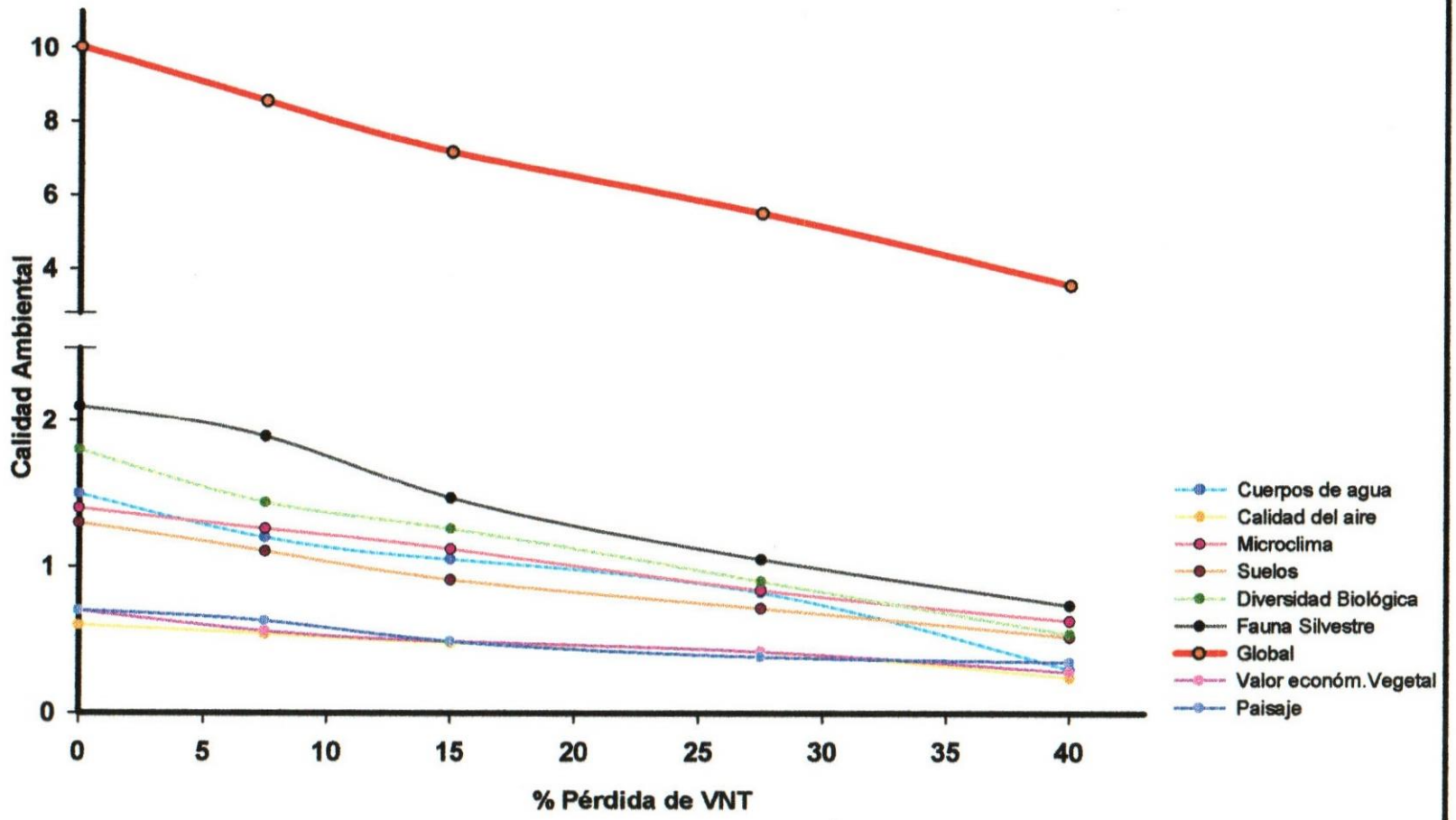


Figura 21. **Función de transformación para % pérdidas de VNT por factor y global**

Analizando la figura 21, se observa que la curva de CA no llegó al valor mínimo de cero (CA= 0) para el valor de % pérdida de VNT del 40%, sino a 3,6 como se muestra en la tabla 33. Para poder tener la función de CA completa, entre el valor máximo de diez (10) y el mínimo de cero (0), se realizó un cálculo de extrapolación a partir de los valores de CA experimentales mostrados en la tabla 33 y el mejor ajuste correspondió a una ecuación exponencial asumiendo el valor de CA =0 para 100% de pérdida de VNT; de esta forma se logró obtener la función de transformación abarcando el rango completo desde 0 hasta 10 en CA en el eje de las ordenadas y desde cero (0) hasta 100% de pérdida de VNT en el eje de las abcisas. Los cálculos se ajustaron con el programa Microsoft Excel versión 5.0 y se muestran en el anexo B. La función de transformación de CA completa se muestra en la figura 22.

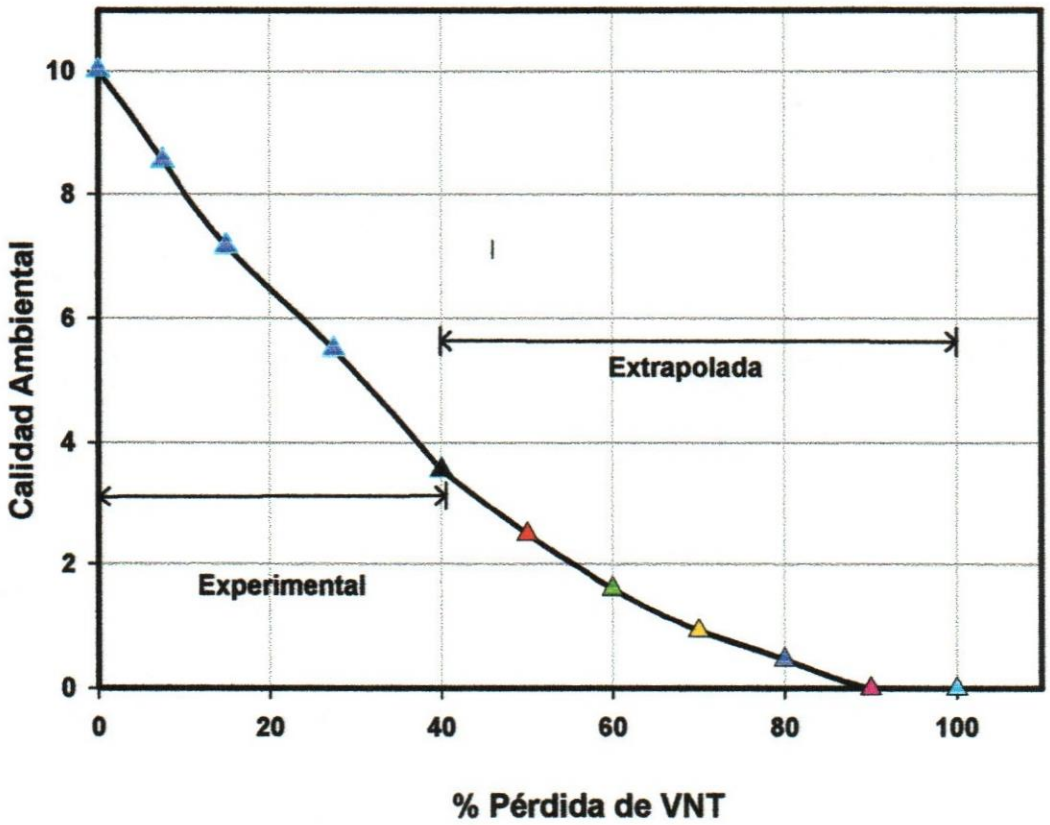


Figura 22. **Función de transformación para % pérdidas de VNT**

A continuación se presentan en la tabla 34 y en la tabla 35, un resumen de los resultados obtenidos de CA para cada uno de los factores y para cada rango de pérdida de VNT analizado, correspondientes para zonas con un grado de "Intervención Moderada" e "Intervención Fuerte" (tablas 28 y 29).

Tabla 34. Resultados de Calidad Ambiental por Factores y para cada Rango de Pérdida de VNT para "Intervención Moderada".

Rangos	Cuerpos de Agua	Calidad del Aire	Micro-clima	Suelos	Diversidad Biológica	Fauna Silvestre	Paisaje	Valor económico vegetal
< 5	8,0	8,0	9,0	8,0	8,0	8,0	8,8	8,0
5 - 10	7,0	7,0	8,0	6,0	7,0	7,0	7,0	7,0
11- 20	5,5	6,0	6,0	5,0	6,0	5,0	6,0	6,0
21- 35	4,0	6,0	6,0	4,0	5,0	4,0	5,0	5,0
>35	3,0	4,5	4,3	3,0	3,0	3,0	3,0	4,0

Tabla 35. Resultados de Calidad Ambiental por Factores y para cada Rango de Pérdida de VNT para "Intervención Fuerte".

Rangos	Cuerpos de Agua	Calidad del Aire	Micro-clima	Suelos	Diversidad Biológica	Fauna Silvestre	Paisaje	Valor económico vegetal
< 5	6,0	6,5	6,3	7,0	6,0	6,0	7,0	6,3
5 - 10	5,0	6,0	6,0	5,0	5,0	5,0	5,5	5,0
11- 20	4,0	4,5	5,0	3,0	4,0	4,0	4,0	4,0
21- 35	3,0	4,0	4,0	2,0	3,0	3,0	3,0	3,0
>35	2,0	3,3	2,0	1,0	2,0	1,0	2,0	2,0

Al igual como se procedió anteriormente para el caso "Sin Intervención" se calculó la calidad ambiental global (medios integrados) en función del valor

medio de los rangos de % pérdida de VNT para "Intervención Moderada" e "Intervención Fuerte". Un resumen de los resultados de CA para los distintos grados de intervención se muestra en la tabla 36 y sus gráficas respectivas en las figuras 23.

Tabla 36. Resumen de CA vs pérdida de VNT para distintos grados de intervención.

% Pérdida VNT	CA Sin Interverción	CA Intervención Moderada	CA Intervención Fuerte
2.5	10.0	8.2	6.3
7.5	8.6	7.0	5.2
15.0	7.2	5.6	4.1
27.5	5.5	4.7	3.1
40.0	3.6	3.3	1.7

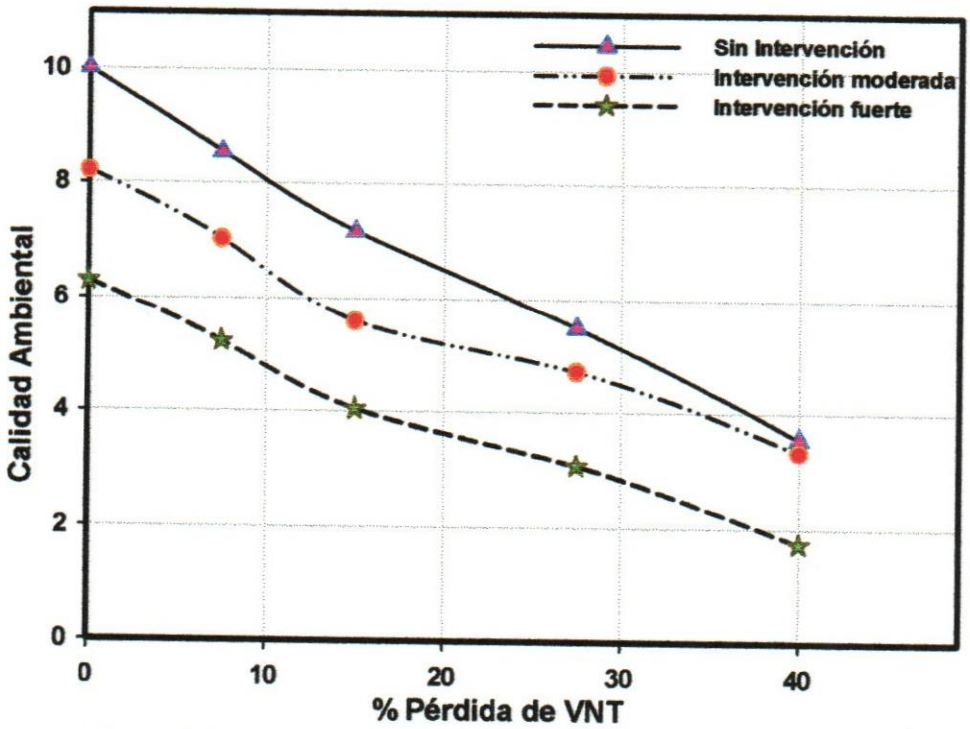


Figura 23. **Función de transformación de CA para % pérdidas de VNT para distintos grados de intervención (curvas experimentales)**

Para obtener la función de transformación completa de CA en función de la pérdida de VNT para "Intervención Moderada" e "Intervención Fuerte" se realizó el procedimiento anteriormente explicado extrapolando las curvas. En la tabla 37 se presentan los valores de calidad ambiental obtenidos a partir del consenso (datos experimentales) y los obtenidos a partir de la ecuación matemática correspondiente (datos extrapolados) para distintos grados de intervención y en la figura 24 se muestran las tres curvas de FT completas.

Tabla 37. Resumen de CA y pérdida de VNT para distintos grados de intervención (experimental y extrapolada).

% Pérdida VNT		CA Sin Intervención	CA Intervención Moderada	CA Intervención Fuerte
Experimental	0.0	10.0	8.2	6.3
	7.5	8.6	7.0	5.2
	15.0	7.2	5.6	4.1
	27.5	5.5	4.7	3.1
	40.0	3.6	3.3	1.7
Extrapolada	50,0	2,5	2,3	1,0
	60,0	1,6	1,5	0,5
	70,0	0,9	0,9	0,0
	80,0	0,4	0,0	0,0
	90,0	0,0	0,0	0,0
	100,0	0,0	0,0	0,0

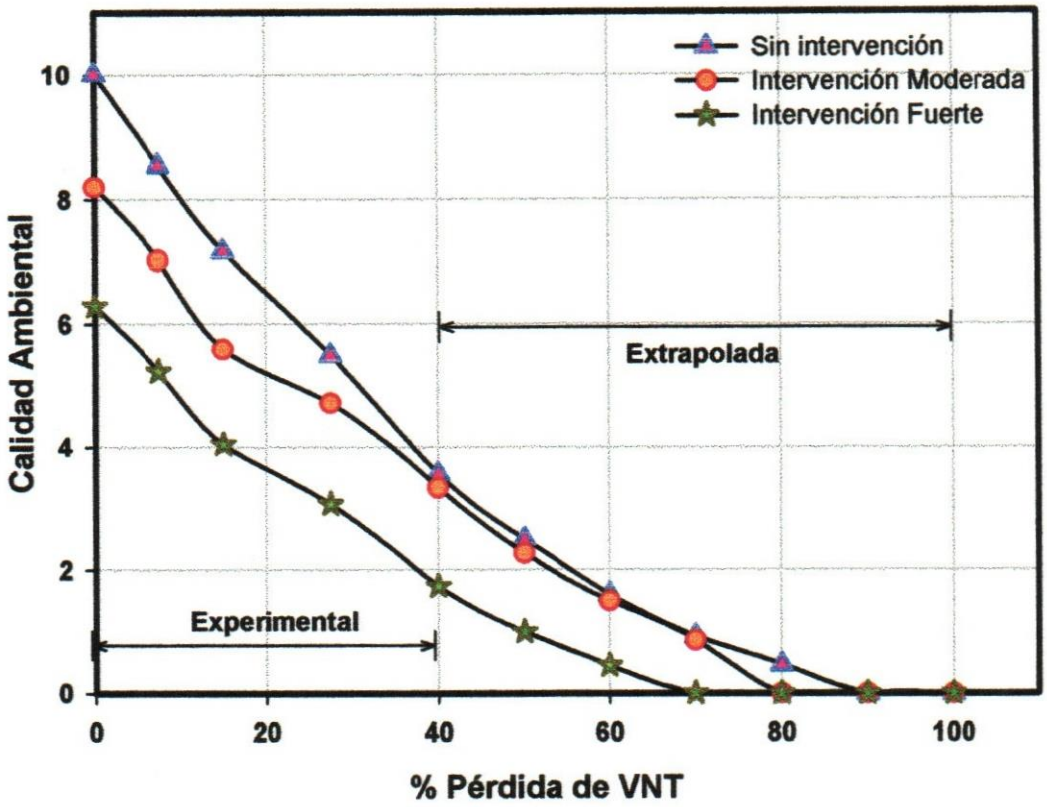


Figura 24. **Función de transformación de CA para % pérdidas de VNT para distintos grados de intervención (curvas experimentales y extrapoladas)**

Para poder comparar las tres curvas de CA mostradas en la figura 24 para los diferentes grados de intervención, se investigó la relación (coherencia) entre ellas y se analizó la tasa de disminución de la CA para una pérdida de VNT. Para esto se determinaron los puntos coincidentes para ambas funciones de CA realizando la superposición de las curvas y desplazando hacia la derecha las curvas para intervención moderada y fuerte, de tal forma que coincidieran lo mejor posible las tres curvas. Esto se logró ajustándolas a partir de la ecuación matemática respectiva para cada una de ellas.

Como se muestra en la figura 25, la mejor superposición de las tres funciones de valor se logró desplazando hacia la derecha en un 5% de pérdida de VNT para la curva de CA correspondiente a intervención moderada y en un 20% para la de intervención fuerte con relación a la curva de CA obtenida para sin intervención.

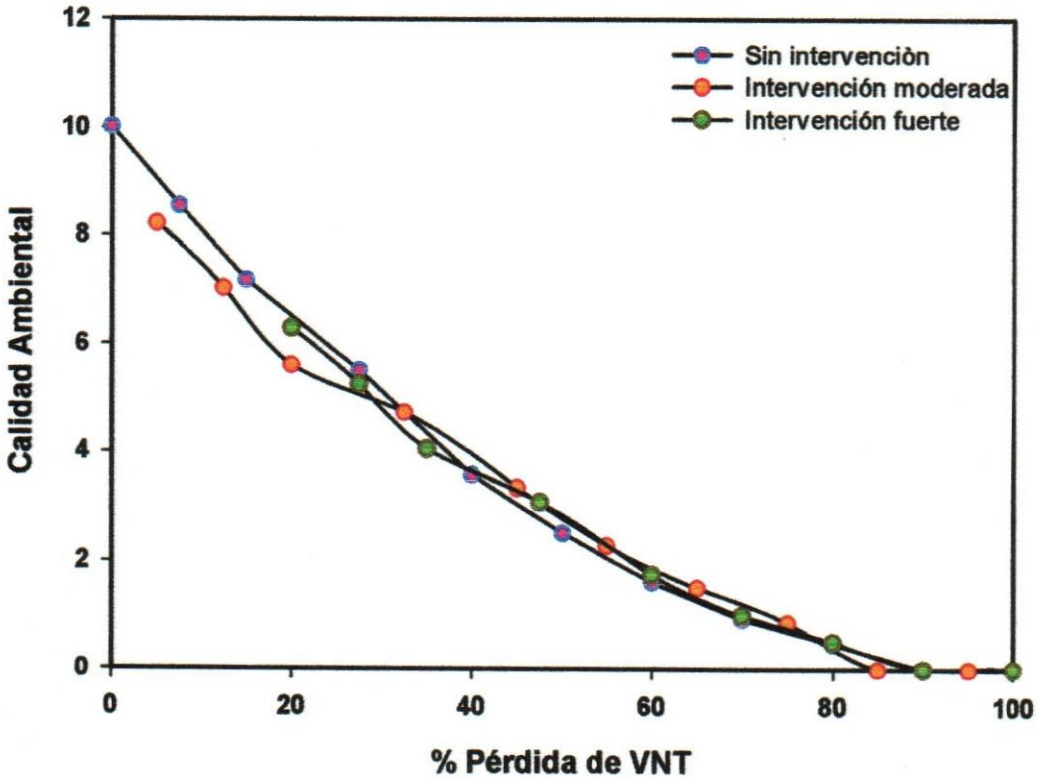


Figura 25. **Comparación de coherencia de las funciones de transformación para los distintos grados de intervención**

Para facilitar la determinación de resultados de la CA mediante las funciones obtenidas cuando éstas son aplicadas en un EIA, se presentan cada una de ellas por separado sobre la misma escala para el % de pérdida de VNT en la figura 26. De esta forma, se determina mas fácilmente el valor de CA correspondiente para un % pérdida de VNT dado. Para medir el grado de perturbación debido al impacto causado por la ejecución de una obra o proyecto este valor es determinante en el VIA.

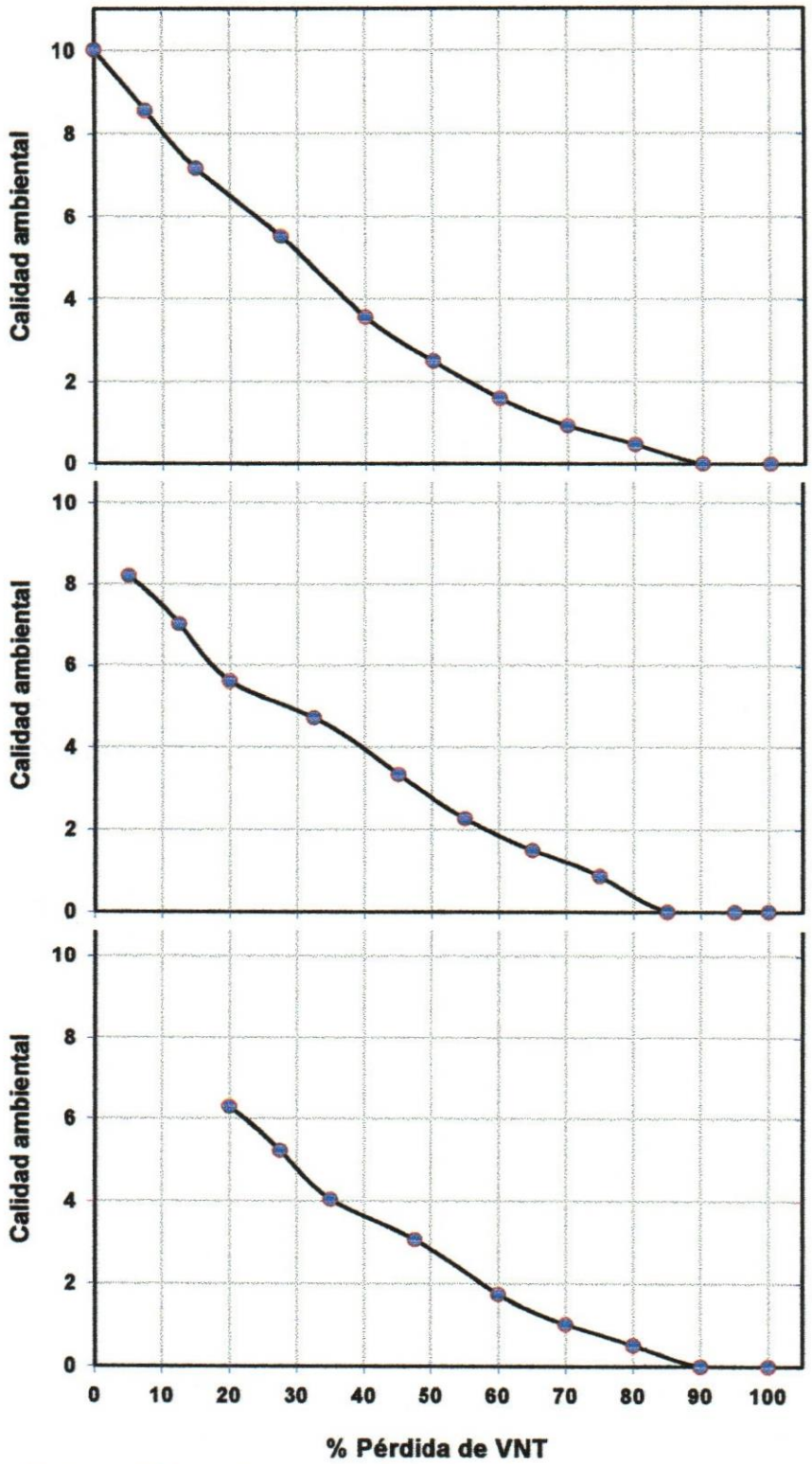
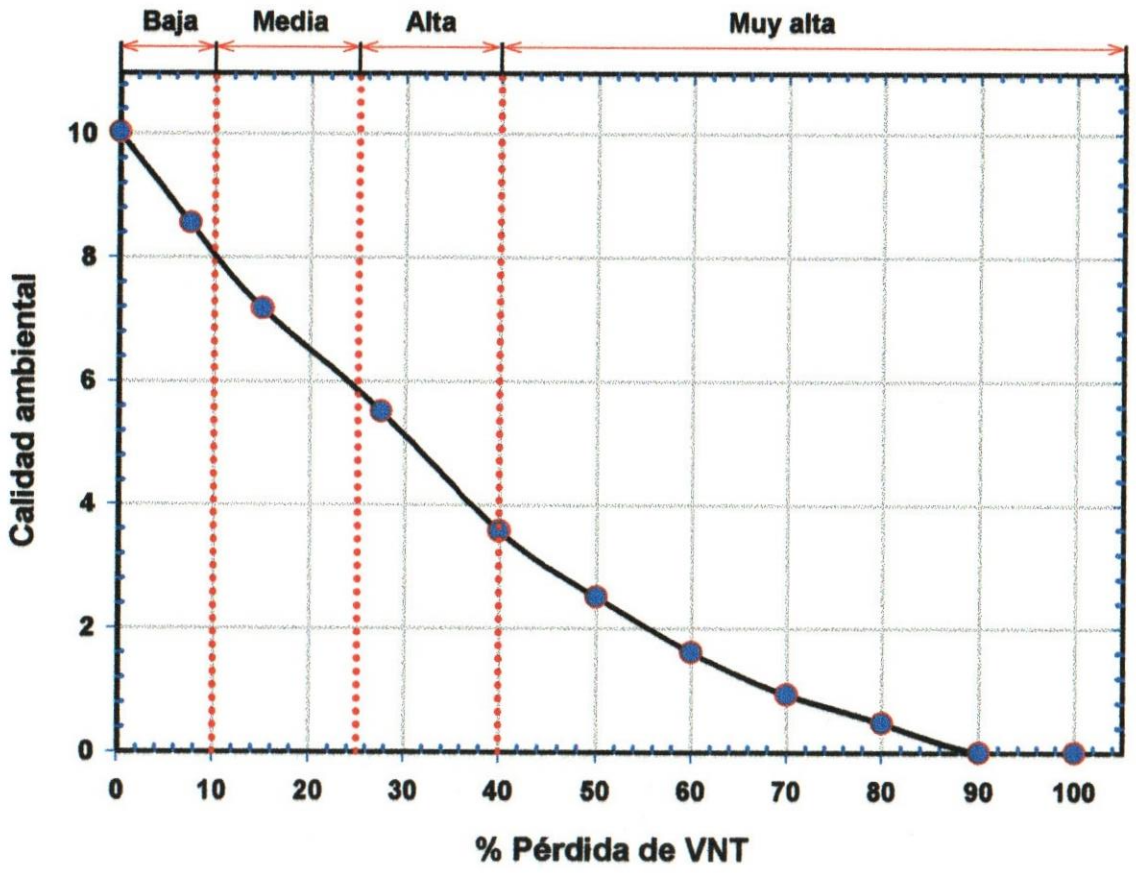


Figura 26. **Función de transformación de calidad ambiental en función de la pérdida de VNT para distintos grados de intervención**

Para representar los rangos de pérdida de VNT sobre la función de transformación obtenida, se utilizaron los criterios asumidos por Pozzobón y Hernández en sus investigaciones realizadas con relación a los procesos de deforestaciones en Venezuela (2002 y 2004); estos rangos abarcan desde baja hasta muy alta como se observa en la figura 27. La gráfica de FT en función de la pérdida de VNT para zonas sin intervención muestra los intervalos de pérdida de VNT con los calificativos correspondientes para cada uno de ellos. Para las FT correspondientes a intervención moderada y fuerte se pueden aplicar los mismos calificativos dados para los rangos de pérdida de VNT ya definidos para la FT sin intervención.



Rangos de pérdida de VNT según estimaciones de Pozzobon y Hernàndez(2002)

% pérdida	Calificativo
< 10%	Baja
10% - 25%	Media
25% - 40%	Alta
> 40%	Muy Alta

Figura 27. **Curva de transformación en función de la pérdida de VNT para zona sin intervención**

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. PRIMERA PREGUNTA

Como se mencionó en la sección 3.4.1 de este trabajo, el objetivo de la primera pregunta fue establecer la importancia que tiene cada uno de los factores ambientales afectados por la pérdida de vegetación natural terrestre (VNT).

En la tabla 38 se muestra la mediana para cada factor y la variación del RIC para los dos cuestionarios realizados.

Tabla 38. Comparación grado de consenso
Primera Pregunta

	Primer cuestionario		**Segundo cuestionario**	
Factores	Mediana	RIC	Mediana	RIC
Cuerpos de agua	15	10	15	6
Calidad del aire	4	2	5	3
Microclima	18	11	15	10
Suelos	13	5	15	5
Diversidad Biológica	20	5	20	5
Fauna Silvestre	20	15	20	1
Paisaje	5	4	5	5
Valor Económico Vegetal	5	8	5	8
TOTAL	100		100	

RIC: Rango Intercuartílico

Se observa que la mediana para cada factor se mantuvo prácticamente constante en ambas rondas de los cuestionarios y además el RIC, en general, no disminuyó apreciablemente para el segundo cuestionario. Como señala Dalkey (1969), se esperaba que al aplicar el método Delphi la dispersión entre las respuestas del panel debería disminuir, alcanzándose un mayor grado de consenso, pero no se logró, ya que los especialistas le asignaron valores diferentes a cada factor según sus experiencias en el área ambiental.

Como se observó en el capítulo IV, en las opiniones emitidas por el panel de expertos al escoger los factores ambientales más relevantes y su ponderación, varían de acuerdo a su especialidad, aún cuando todos ellos tienen amplia experiencia en evaluaciones de impactos ambientales.

En los resultados obtenidos mostrados en las Tablas 27-28 y 29, no se logró un consenso con un RIC ≤1 en la mayoría de los factores ambientales estudiados mostrando un grado de dispersión elevado entre las respuestas emitidas debido a la complejidad del medio ambiente y las múltiples variables que intervienen.

Según el criterio de consenso de los especialistas, el sistema ambiental está representado en base al 100% de las unidades de importancia ponderadas (UIP) que relaciona el grado de afectación de los factores debido a la pérdida de VNT. Al analizar la tabla 38, se pueden agrupar por la ponderación obtenida los factores ambientales de la siguiente manera:

- El primer grupo, el más importante, integrado por diversidad biológica y fauna silvestre que contribuyen con el 40% del ponderado total; éstos factores se podrían unir en uno solo para un posterior trabajo pues corresponden a las especies vivas presentes en el ambiente.

- El segundo grupo, formado por los cuerpos de agua, el suelo y el microclima. A este grupo le correspondió el 45% del ponderado total, asignándoles 15% a cada uno de ellos.
- El tercer grupo formado por la calidad del aire, el paisaje y el valor económico vegetal le correspondió el menor peso con un 15% repartido en 5% para cada uno. Éstos corresponden a los menos afectados.

Esta ponderación obtenida mide la importancia de cada factor con relación a la pérdida de vegetación y se tomará en cuenta para alcanzar un criterio de consenso satisfactorio para la segunda pregunta.

5.2 SEGUNDA PREGUNTA

En este estudio se aplicó el mismo criterio de trabajos previos similares, Mendoza Puga (2000) y Marín (2006), en donde se realizaron funciones de transformación de calidad para diversos factores ambientales, asumieron como criterio de consenso satisfactorio la obtención de valores de rango intercuartílico (RIC) ≤ 1.

Para alcanzar el consenso con RIC ≤ 1 se analizaron las respuestas de los especialistas en base aquellos factores ambientales que tuvieron mayor peso ponderado en la primera pregunta, los cuales fueron la diversidad biológica, la fauna silvestre, los cuerpos de agua, el suelo y el microclima como se señaló en la sección 5.1. Se puede considerar que se alcanzó el consenso en 60% de las respuestas. Los resultados se muestran en las tablas 38, 39 y 40 recordando que cada una de ellas corresponde para diferentes grados de intervención sobre la vegetación natural en el área donde se va a desarrollar el proyecto.

En las tablas antes citadas se muestra como el RIC disminuye entre el primer y el segundo cuestionario, como se esperaba de acuerdo a lo reportado por Dalkey (1969) para este tipo de estudios. Como sugerencia para llegar a un consenso mayor, se aumenta el número de rondas iterativas evitando el tedio de los panelistas. En este trabajo por limitaciones de tiempo y exigencias académicas, no fue posible realizar mas rondas, quedando como recomendación para futuros trabajos.

Tabla 39. Medianas Obtenidas para cada Factor y Comparación del Grado de Consenso. Pregunta: DOS-A (Sin Intervención)

Rango	Encuesta	Estadística	Cuerpos de agua	Calidad del aire	Microclima	Suelos	Diversidad biológica	Fauna silvestre	Paisaje	Valor económ. vegetal
< 5	I	Mediana	10	10	10	10	10	10	10	10
		RIC	0.8	1.8	0.0	1.0	1.0	1.0	1.8	1.0
	II	Mediana	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
		RIC	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5-10	I	Mediana	8	9	9	8	8	9	9	8
		RIC	1.0	2.8	1.8	2.0	1.0	1.0	2.0	4.0
	II	Mediana	8.0	9.0	9.0	8.5	8.0	9.0	9.0	8.0
		RIC	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.8	0.0	2.0
10-20	I	Mediana	6.5	8	7.5	6.5	7	7	7	6
		RIC	2.8	3.8	3.0	2.8	3.0	3.0	3.0	4.0
	II	Mediana	7.0	8.0	8.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
		RIC	2.0	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	1.0	2.0
20-35	I	Mediana	5	6.5	5	5	5	5	5	5
		RIC	2.0	4.8	4.0	3.0	3.8	3.0	2.8	4.0
	II	Mediana	5.5	7.0	6.0	5.5	5.0	5.0	5.5	6.0
		RIC	2.0	2.0	3.5	1.0	1.5	1.5	2.0	2.0
>35	I	Mediana	2.5	3.5	4.5	4	3	3.5	4.5	3
		RIC	3.0	4.8	4.8	4.0	4.0	3.8	4.8	4.0
	II	Mediana	2.0	4.0	4.5	4.0	3.0	3.5	5.0	4.0
		RIC	3.0	3.8	2.9	1.0	2.5	2.5	2.8	3.0

Tabla 40. Medianas Obtenidas para cada Factor y Comparación del Grado de Consenso. Pregunta: DOS-B (Intervención Moderada)

Rango	Encuesta	Estadística	Cuerpos de agua	Calidad del aire	Micro clima	Suelos	Diversidad biológica	Fauna silvestre	Paisaje	Valor económ. vegetal
< 5	I	Mediana	8	8	9	8	8	8	8.5	8
		RIC	1.0	2.8	1.8	2.0	2.8	2.8	1.0	1.0
	II	Mediana	8.0	8.0	9.0	8.0	8.0	8.0	8.8	8.0
		RIC	0.0	1.5	1.8	2.0	0.0	0.0	1.0	1.0
5-10	I	Mediana	7	7	7	6	7	7	7	7
		RIC	2.5	3.0	2.0	1.5	3.0	3.0	2.0	3.0
	II	Mediana	7.0	7.0	8.0	6.0	7.0	7.0	7.0	7.0
		RIC	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	0.5	0.5	1.0
10-20	I	Mediana	5	6	6	5	6	5	6	6
		RIC	1.0	3.0	3.0	1.0	2.0	1.0	1.0	2.0
	II	Mediana	5.5	6.0	6.0	5.0	6.0	5.0	6.0	6.0
		RIC	1.0	3.0	1.0	0.0	2.0	1.0	1.0	2.0
20-35	I	Mediana	5	6	6	4.5	5	4	5	5
		RIC	2.5	4.0	3.8	2.0	2.5	1.8	1.8	3.0
	II	Mediana	4.0	6.0	6.0	4.0	5.0	4.0	5.0	5.0
		RIC	1.0	1.5	0.8	1.8	1.0	0.8	1.0	1.8
>35	I	Mediana	3	4.5	4.5	3	3	3	3.5	4
		RIC	2.8	4.8	3.8	3.0	2.8	2.8	3.5	5.3
	II	Mediana	3.0	4.5	4.3	3.0	3.0	3.0	3.0	4.0
		RIC	1.8	2.0	1.9	1.8	0.8	0.8	1.8	2.0

Tabla 41. Medianas Obtenidas para cada Factor y Comparación del Grado de Consenso. Pregunta: DOS-C (Intervención Fuerte)

Rango	Encuesta	Estadística	Cuerpos de agua	Calidad del aire	Microclima	Suelos	Diversidad biológica	Fauna silvestre	Paisaje	Valor económ. vegetal
< 5	I	Mediana	6	6.5	6.5	6.5	6	6.5	7	6.5
		RIC	2.8	2.0	2.0	2.5	3.0	3.8	2.0	2.8
	II	Mediana	6.0	6.5	6.3	7.0	6.0	6.0	7.0	6.3
		RIC	1.5	1.4	1.0	2.0	0.8	2.0	2.0	2.0
5-10	I	Mediana	6	6	6	5	5	5	6	5
		RIC	1.8	2.0	1.8	2.0	2.5	1.8	2.0	2.8
	II	Mediana	5.0	6.0	6.0	5.0	5.0	5.0	5.5	5.0
		RIC	1.0	1.0	1.8	1.0	0.8	0.8	1.8	1.8
10-20	I	Mediana	4.5	5.5	5	4	4	4	5	4
		RIC	1.8	3.0	3.3	2.8	2.0	2.0	2.8	2.8
	II	Mediana	4.0	4.5	5.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0
		RIC	1.1	2.0	1.8	1.0	1.0	1.0	2.0	1.8
20-35	I	Mediana	4	5	4	3	3	3	4	3
		RIC	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	2.0	2.5	2.5
	II	Mediana	3.0	4.0	4.0	2.0	3.0	3.0	3.0	3.0
		RIC	2.0	2.0	1.0	1.2	1.5	1.1	2.0	1.5
>35	I	Mediana	2	3	2	1	2	1	2	2
		RIC	3.0	4.0	5.0	3.0	3.0	3.0	4.0	3.0
	II	Mediana	2.0	3.3	2.0	1.0	2.0	1.0	2.0	2.0
		RIC	2.0	3.0	1.5	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0

5.3.- ANÁLISIS DE LA FUNCIÓN DE TRANSFORMACIÓN DE CALIDAD AMBIENTAL OBTENIDA.

Antes de comenzar la discusión de la FT es pertinente aclarar dos puntos importantes en la realización de este trabajo:

- Se escogió realizar la curva de CA para pérdida de vegetación terrestre ya que este aspecto se considera una afectación ambientalmente indeseable y perjudicial, su ocurrencia disminuye la calidad del entorno. En este caso se analiza como impacto ambiental que presenta una función de transformación inversa, con pendiente negativa al igual que ocurre con otros aspectos que afectan la calidad ambiental como el material particulado contaminante en el aire, la erosión de suelos, los niveles de ruido, la contaminación del agua y la presencia de olores desagradables, entre otros.

- La pérdida de vegetación natural terrestre analizada en este trabajo, por remoción mecánica o manual de la misma, se refiere principalmente a la pérdida de bosques. Esto es debido a la importancia de éstos frente a otras formaciones vegetales como la arbustiva y sabanas ya que representan acumulaciones importantes de diversidad y de biomasa. Además su presencia genera grandes beneficios desde el punto de vista hidrológico, contribuyen a la infiltración del agua en el suelo evitando su erosión y enriqueciendo las aguas subterráneas; es decir influye en la estabilidad del suelo y regula el escurrimiento del agua. Su pérdida afecta el clima, el relieve, los suelos, el drenaje de los ríos y al valor económico como materia prima para la industria del mueble de la construcción.

A continuación se analizan las curvas de CA obtenidas y mostradas en el capítulo IV de los resultados.

1. Con relación a la curva de CA del medio integrado para pérdida de VNT (figura 21) aplicada para una superficie sin intervención se observa:

   - La forma resultante es la esperada para un factor ambiental indeseable tal y como lo señala Garmendia (2004), donde su pendiente es negativa y disminuye con la magnitud del impacto.
   - Las curvas de CA resultantes para cada factor presentan la misma tendencia mostrada en la curva del medio integrado, disminuyen rápidamente para valores de % pérdidas de VNT pequeños y lentamente para valores grandes.
   - Experimentalmente la curva obtenida solo cubrió el rango desde cero (0) hasta 40% de pérdida VNT y la CA varió entre 10 y 3,6 unidades. En vista que las curvas de FT reportadas en la literatura debería abarcar todo el intervalo de CA desde 0 hasta 10 y el % de pérdida VNT en la escala de 0 a 100%, se buscó la ecuación matemática mejor ajustada a partir de los valores obtenidos experimentalmente en este estudio Delphi. Ésta correspondió a una ecuación polinómica de segundo grado (ver anexo B) y a partir de ella se extrapoló la curva de CA en el rango completo como se mostró en la figura 22. Esto indica que para un próximo trabajo debería considerarse la escala completa de manera de minimizar la extrapolación matemática de las curvas; y así obtener la curva de CA realizada totalmente a partir de la información suministrada por los participantes del estudio Delphi.

2. Con relación a las funciones de transformación correspondientes a la figuras 23 y 24:

   - El objetivo al inicio de este trabajo era obtener la función de transformación de CA para % pérdida de VNT para ser aplicada en proyectos a realizarse en zonas que no han sido intervenidas anteriormente por el hombre, es decir sitios prístinos. Por sugerencias

de especialistas asesores en el tema, que ayudaron en la elaboración de los cuestionarios, se optó por ampliar el objetivo a distintos grados de intervención de la vegetación natural y se acordó dividirlos según las categorías de clasificación de la vegetación para el inventario forestal venezolano de la Dirección General de Bosques del MARN (2004). Esto condujo a formular la pregunta DOS para tres situaciones inicialmente diferentes y los resultados obtenidos en el valor de la CA para las tres situaciones se presentaron en la tabla 36 y las funciones en la figura 23.

- En la figura 24 se presentan las funciones obtenidas para intervenciones moderada y fuerte a partir de su respectiva ecuación matemática para el rango completo de la curva de CA, al igual como se procedió para obtener la curva "Sin Intervención" mediante su extrapolación.

- Al comparar las tres curvas de CA resultantes se observa que para valores del indicador % pérdida de VNT menores al 15%, la pendiente disminuye rápidamente y la diferencia entre ellas es aproximadamente constante en dos unidades de CA. Para valores intermedios, entre 20 y 50%, la pendiente disminuye levemente y las curvas presentan pequeñas distorsiones entre ellas mientras que para valores superiores al 50%, la CA varía muy poco y están cercano a cero, correspondiente a un nivel significativo de daño.

- Para el caso "Sin Intervención" le corresponde CA = 0 a partir del 90% de pérdida de VNT, mientras que para "Intervención Moderada" se logra a partir del 80% y para "Intervención Fuerte" tiende a cero a partir del 70% de pérdida de VNT. Esto corresponde con lo esperado ya que como fue expuesto previamente, las curvas fueron realizadas para ser aplicadas en sitios que presentan inicialmente diferentes formas de intervención en relación a su estructura fisonómica inicial.

1. Con relación a la comparación de las funciones de valor:

- Las tres funciones de valor para diferentes grados de intervención (figura 24), arrojan de acuerdo a lo esperado, un valor similar en CA para un % de pérdida de VNT dado cuando se compara su coherencia en el valor de CA. Para ello se buscaron los puntos coincidentes mediante la superposición entre las tres curvas (figura 25); encontrándose inicialmente un desplazamiento hacia la derecha 5% de pérdida de VNT para intervención moderada y del 20% para la curva de intervención fuerte.

- Una forma de comprobar la validez de las tres curvas de FT obtenidas en este trabajo (figura 26) es analizando si el resultado es similar al obtenido cuando se calcula el grado de perturbación (GP) que ocasiona la realización del proyecto. El valor GP se relaciona con la intensidad del impacto y es importante en el momento de calcular el VIA según el método de CRI. El GP puede ser calificado de fuerte, medio o suave según la escala implementada por la empresa Ingeniería Caura.

- Para comprobar la validación de las funciones de CA se seleccionaron varios ejemplos mostrados en la tabla 42 a los cuales se le asignaron un valor inicial de % pérdida de VNT correspondiente para "sin proyecto" y otro final para "con proyecto" y se determinaron los valores de CA a partir de las curvas respectivas. De los seis ejemplos estudiados, se encontró que en 5 de ellos el grado de perturbación responde al mismo calificativo a pesar de que el valor numérico del GP es levemente diferente entre ellos.
- En el ejemplo # 3 se observa divergencias entre los calificativos en el rango de grado de perturbación fuerte y medio. Analizando la posible

causa de esta diferencia se atribuye al comportamiento de la curva de CA para "Intervención Moderada" mostrada en la figura 23. Para valores de CA superiores al 25% de pérdida de VNT, dicha curva es similar a la obtenida para la curva "Sin Intervención". Estas divergencias en algunos resultados sugieren que para un posterior trabajo se debería aclarar a los especialistas en forma más concreta lo que se busca en cada pregunta de la encuesta.

Tabla 42. Determinación del Grado de Perturbación
Comparación entre las curvas de CA según el grado de intervención.
G P = CA sin proyecto – CA con proyecto

Ejemplos	Curva	% Pérdida VNT	Calidad Ambiental	Grado de Perturbación	Calificativo
1°	A	Sin Proy: 10%	8,0	4,3	Medio
		Con Proy: 40%	3,7		
	B	Sin Proy: 10%	7.6	3,6	Medio
		Con Proy: 40%	4,0		
2°	A	Sin Proy: 10%	8,0	2,9	Suave
		Con Proy: 30%	5,1		
	B	Sin Proy: 10%	7.6	2.7	Suave
		Con Proy: 30%	4.9		
3°	A	Sin Proy: 10%	8,0	5,5	Fuerte
		Con Proy: 50%	2,5		
	B	Sin Proy: 10%	7.6	4,8	Medio
		Con Proy: 50%	2.8		
4°	A	Sin Proy: 30%	5,0	3,5	Medio
		Con Proy: 60%	1,6		
	B	Sin Proy: 30%	4.9	3.0	Medio
		Con Proy: 60%	1.9		
	C	Sin Proy: 30%	4.8	3,0	Medio
		Con Proy: 60%	1.8		
5°	A	Sin Proy: 40%	3,7	2,8	Suave
		Con Proy: 70%	0,9		
	B	Sin Proy: 40%	4.0	2,8	Suave
		Con Proy: 70%	1.2		
	C	Sin Proy: 40%	3.8	2,8	Suave
		Con Proy: 70%	1,0		
6°	A	Sin Proy: 20%	6,5	4.0	Medio
		Con Proy: 50%	2.5		
	B	Sin Proy: 20%	5.8	3.0	Medio
		Con Proy: 50%	2.8		

Escala de intervalos: GP < 3 Suave
3 ≤ GP ≤ 5 Medio
GP > 5 Fuerte

A: Sin Intervención
B: Intervención moderada
C: Intervención Fuerte.

2. Con relación a los rangos de pérdida de VNT y sus calificativos.

- La función de transformación de CA dividida en rangos de pérdida de VNT se mostró en la figura 27. Como se indicó anteriormente, los calificativos utilizados para la curva obtenida en este trabajo fueron adaptados a partir de los propuestos por Pozzobón y Hernández (2002) en sus trabajos de investigación sobre las tasas de deforestación anual realizados en los estados Andinos Venezolanos. En este trabajo la curva de CA está referida a porcentaje de pérdida de VNT neta y para obtenerlo se transformaron los porcentajes de deforestación anual a partir de los datos suministrados por el MINAMB y la FAO.

- Los rangos de % de pérdida de VNT que dividen la curva de CA según sus calificativos desde baja hasta muy alta se muestran en la figura 27. Como se observa a partir de un 25% de pérdidas de VNT le corresponde una alta tasa de deforestación y por lo tanto se genera un fuerte impacto sobre el medio ambiente; en cambio, pérdidas de VNT menor al 10% se considera que el impacto causado es bajo.

- En la gráfica de CA se observa que, para una pérdida de VNT hasta 30% corresponde al intervalo donde la variación de la pendiente fue más significativa y por lo tanto ocurrió la mayor tasa de cambio en la calidad ambiental. En cambio para una pérdida de VNT mayor a 40%, para el cual el nivel de daño es muy alto y el lugar está altamente afectado, se observó un cambio en la pendiente muy suave y la variación en la CA debido al impacto fue baja (no varía significativamente).

3. Comparación de la función de transformación de CA con las publicadas en la literatura.

- La función de transformación obtenida en este trabajo para pérdida de VNT no fue fácil compararla con las reportadas en la literatura especializada ya que es diferente a las FT para vegetación reportadas Dee (1972), Conesa (2003), Gómez Orea (1999) y Garmendia (2005) Mendoza Puga (2004), curvas de FT que fueron presentadas en el capítulo II de este trabajo. Esto es debido a que estos investigadores están considerando a la presencia de la vegetación como un factor ambiental positivo y en nuestro caso se está analizando la pérdida de vegetación como un efecto perjudicial para el entorno. El indicador para Dee y Conesa es la vegetación natural terrestre considerado en base al tipo de vegetación presente y al índice de productividad, la gráfica es directamente proporcional entre CA y la vegetación presente (lineal) mientras que la FT para el indicador % cobertura vegetal natural, es una curva con pendiente positiva (Figura 2)

- Para poder comparar la curva de FT obtenida en este trabajo fue necesario convertir la curva de Conesa para % cobertura vegetal (curva con pendiente positiva) a otra donde el factor sea % pérdida de VNT (curva con pendiente negativa). Para realizar la modificación de la curva de Conesa se digitalizó con el programa Engauge Digitizer, versión libre y luego con el programa excel versión 5.0 se procedió a convertir los valores en ambos ejes y se obtuvo la curva simétrica o espejo correspondiente para el indicador porcentaje de pérdida de VNT.

- Para facilitar la comparación de las dos funciones de FT de calidad ambiental se llevaron a la misma escala y en la figura 28 se muestra la FT obtenida en este trabajo y la curva espejo de Conesa resultando ser muy similares. Analizando detalladamente ambas FT se podrá concluir que la curva espejo de Conesa usada en países desarrollados es mas restrictiva que la obtenida en este trabajo que corresponde para países en vía de desarrollo como el caso de Venezuela. Como se podrá observar en la

figura 28 para un mismo valor de % de pérdida de VNT, según la curva de Conesa le corresponde un valor menor de CA mientras que para la venezolana son levemente superiores.

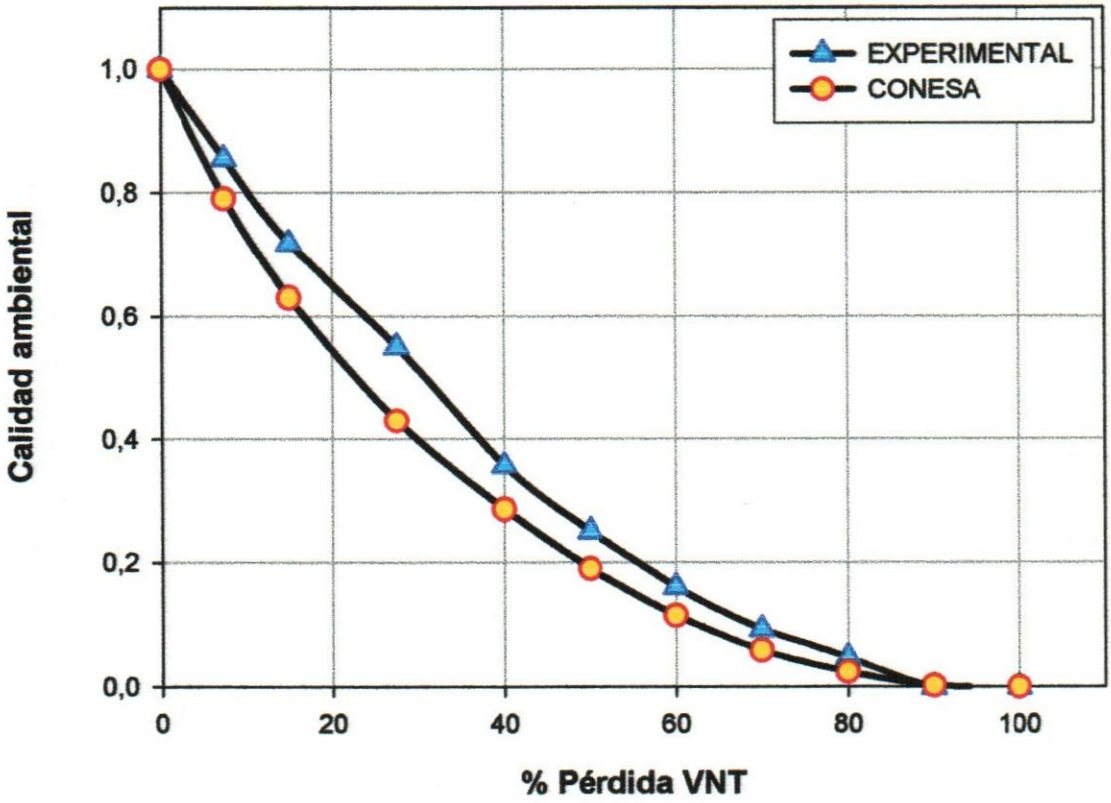


Figura 28. Comparación de la función de transformación de CA para % de pérdida de VNT

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1. CONCLUSIONES.

Las conclusiones del presente trabajo de investigación se presentan a continuación:

Respecto a la metodología utilizada.

- La técnica Delphi fue aplicada a más de 20 expertos pertenecientes a diferentes sectores del ámbito nacional como universidades, el Ministerio del Ambiente y empresas consultoras en el área ambiental (especialistas en vegetación). Se realizaron dos rondas lo que llevó a tener la información necesaria para construir la función de transformación con un alto grado de consenso.

- Al tratarse de una técnica que recopila información subjetiva de los participantes, presenta grandes ventajas en la elaboración de FT para su aplicación en EIA; permite sistematizar la subjetividad al otorgar valoración a los efectos intangibles y ponderarlos.

- Las respuestas obtenidas en el primer cuestionario presentaron un rango intercuartílico (RIC) alto, comportamiento que mejoró con la segunda ronda de preguntas donde se alcanzó un alto número de respuestas con un RIC ≤1, lográndose así el consenso. Este comportamiento en la dispersión de las respuestas a medida que avanza el método Delphi es propio de este

tipo de técnica ya que la retroalimentación de información permite a los expertos considerar aspectos no analizados en las rondas anteriores.

- Para la estadística se utilizó la mediana como medida de tendencia central y el RIC por ser la mas adecuada al evaluar la dispersión entre valores al tratarse de una metodología no experimental; además es una herramienta práctica para medir el consenso por la facilidad que ofrece en su determinación e interpretación.

- Dado los resultados logrados con el uso del método Delphi como herramienta de consenso, permite concluir que es una técnica válida a ser usada en la elaboración de funciones de transformación para valorar la calidad ambiental.

- Cabe destacar como lo indica Mendoza Puga en su tesis doctoral "requiere mucho tiempo desde el inicio de la aplicación hasta alcanzar el consenso; otras experiencias reportan duraciones que rondan el año, cuando la técnica se aplica a nivel nacional e internacional". En este trabajo, se dedicaron 5 meses para la recolección de la información, en las dos rondas aplicadas.

- La ventaja que presenta la técnica Delphi es que garantiza la confidencialidad de las respuestas y el anonimato entre los especialistas, es un instrumento que no genera ninguna presión sobre los participantes lográndose así resultados mas acordes con la situación planteada.

- Los especialistas consultados mostraron un gran interés por el resultado final del proyecto por lo novedoso del tema; es conveniente en este tipo de estudio mantener un contacto continuo con ellos a lo largo del estudio con la finalidad de no perder el interés y se obtengan respuestas oportunas en cada una de las rondas realizadas.

Respecto a la función de transformación.

- La elaboración de las funciones de transformación para estudios de impacto ambiental es un proceso complejo con interrelación de variables ambientales desconocidas que le confiere un carácter subjetivo, el cual requiere de un grupo de especialistas, En este trabajo participaron 23 especialistas en el área de estudio, número mayor que el recomendado por Dalkey (1969).

- Las FT son útiles en métodos de valoración cuantitativa y cualitativa al permitir agregar tipos diferentes de impactos e incluso seleccionar la mejor alternativa al convertir unidades heterogéneas de la magnitud de cualquier indicador a unidades homogéneas de calidad ambiental.

Respecto a la función de transformación obtenida

- El objetivo de este trabajo fue obtener la curva de CA que valora la pérdida de vegetación terrestre, al ser éste un impacto ambiental perjudicial, esta función presenta pendiente negativa, es decir una transformación inversa.

- La función de transformación (FT) propuesta en este trabajo para pérdida de VNT es la primera elaborada para las condiciones y realidad venezolana, desarrollada para vegetación boscosa con alta densidad de árboles. Fue realizada por especialistas venezolanos que poseen una amplia experiencia ambiental relacionada con pérdida de vegetación por causas antropogénicas en diferentes regiones del país. Para ello se tomaron en cuenta aquellos factores mas representativos del medio ambiente directamente relacionados con la vegetación como: diversidad biológica, fauna silvestre, cuerpos de agua, microclima suelos, calidad del aire, paisaje y valor económico vegetal.

- Respecto al consenso alcanzado en la primera pregunta relacionada con la pérdida de VNT se encontró que los factores con mayor puntuación fueron la diversidad biológica y fauna silvestre principalmente y aquellos que de una forma u otra afectan directamente al ser humano como cuerpos de agua, microclima, suelos; mientras que los factores que no afectan sustancialmente a los resultados de la curva del medio integrado fueron calidad del aire, paisaje y valor económico vegetal al recibir menor puntuación.

- Aunque la FT obtenida no fue realizada para una región específica de Venezuela, puede ser utilizada con confianza para cualquier tipo de proyecto que involucre pérdida de vegetación en todo el ámbito nacional. Cabe destacar que el uso de la curva es exclusivo para el área de influencia del proyecto a realizarse un EIA.

- La utilización de la FT es en proyectos que involucren remoción total de la vegetación de sectores ubicados dentro del área de influencia, no es aplicable para efecto de "raleo".

- Para abarcar todo el rango de CA entre los valores mínimo de cero y el máximo de 10 fue necesario extrapolar la curva obtenida a partir de los resultados experimentales y así lograr la función matemática completa que rige el comportamiento entre la CA y la pérdida de vegetación.

- Fueron construidas tres funciones de valor que relacionan la pérdida de vegetación según el grado de intervención que presenta el área donde se va realizar el proyecto. La validación de las tres curvas se comprobó midiendo el grado de perturbación entre la situación "Sin proyecto" y "Con Proyecto", encontrándose que los resultados arrojados están muy cercanos entre si y en la mayoría de los casos el calificativo asignado fue el mismo. En base a esto se concluye que se pueden utilizar cualquiera de las tres curvas de FT para valorar la CA en un momento dado al medir el grado de

perturbación el cual es indicativo en el momento de realizar la valoración del impacto (VIA).

- Actualmente la legislación venezolana no contempla en sus normativas una escala que mida la gravedad del impacto y a su vez señalar un límite en las tasas de deforestación permitida en cada región según el tipo de vegetación presente. El MINAMB, ente rector encargado de la conservación del medio ambiente, controla el deterioro de parques nacionales y zonas especiales mediante ABRAE, ayudando de esta forma a la conservación de la biodiversidad de las especies y controlando el recurso forestal de los bosques tropicales.

- No se tiene información por parte de la Dirección de Bosques del MINAMB para establecer los límites permitidos en pérdida de VNT a nivel nacional. La clasificación mostrada en la figura 27 de los resultados se hizo en base a las tasas de deforestación propuesta por Pozzobon y Hernández (2004) en sus investigaciones citadas.

- Se realizó un análisis de las FT reportadas en la literatura especializada y mostradas en la introducción teórica, éstas poseen pendiente positiva ya que están referidas a la presencia de vegetación. Para comparar la FT nuestra fue necesario realizar la curva espejo de la reportada por Conesa (Figura 28). Del análisis de ambas funciones se concluye que la curva espejo de Conesa es mas restrictiva que la obtenida en este trabajo para Venezuela lo cual es una señal de la influencia del entorno físico y socioeconómico del país para la cual fue desarrollada.

- Como conclusión final se logró obtener la función de transformación que relaciona la calidad ambiental con relación al factor pérdida de VNT adaptada a las condiciones venezolanas para evaluar impactos

ambientales en el método de los Criterios Relevantes Integrados, de aplicación frecuente en estudios de impacto ambiental.

6.2. Aportes del Trabajo y Propuestas para Investigaciones Futuras.

- La metodología propuesta en este proyecto facilita las estrategias para la elaboración de futuras funciones de transformación y constituye una herramienta útil en los estudios de impacto ambiental.

- Los principales aportes de este proyecto, pueden dividirse en dos campos: desarrollo metodológico para la elaboración de funciones de transformación y su aplicación a estudios de impacto ambiental llevados a cabo en el país.

- En cuanto a los aspectos metodológicos, este trabajo, desarrolla y pone en práctica un procedimiento basado en la Técnica Delphi, que facilita el proceso para elaborar otras funciones de transformación integrando simultáneamente varios factores ambientales, tema novedoso en el país.

- En cuanto a su aplicación, la información que aporta la curva de calidad, sirve para evaluar impactos ambientales en el método de los Criterios Relevantes Integrados, de aplicación frecuente en estudios de impacto ambiental.

- Una recomendación para futuras investigaciones es realizar FT tomando en cuenta las características propias de cada región y el tipo de vegetación presente que influirán en los criterios de valoración; por lo que se podría continuar con la construcción de funciones de transformación para determinadas regiones del país.

CAPÍTULO VII

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

Asuntos Forestales Deforestación: Bosques Tropicales en Disminución. Recuperada en Marzo 24, 2007 de http://www.rcfa-cfan.org/spanish/s.issues.12-4.html

Benítez, J. (2002). *Curso de evaluación de impacto ambiental.* Post-grado Ingeniería Ambiental. UCAB. Caracas.

Buroz-Castillo, E.(1998). La Gestión ambiental. Marco de referencia para las evaluaciones de impacto ambiental (1°ed.). Fundación Polar. Caracas

Canter, I. W. (1998). *Manual de evaluación de impacto ambiental* (2°ed.). Madrid: McGraw Hill.

Catalán, A. (1993). El proceso de deforestación en Venezuela, entre 1975 y 1988. *Ambiente,* 16 (49). Encarte. Venezuela.

Cea, D. y Ancona, M. A. (1996). Metodología cuantitativa: Estrategias y técnicas de investigación social. Madrid: Síntesis.

Centeno, J. C. (1997). *Deforestacion fuera de control en Venezuela*. Recuperado marzo 26, 2007 de: www.ciens.ula.ve/~jcenteno/DEFOR-ES.html

Centeno, J.C. (2001). *Destrucción de Reservas Forestales en Venezuela.* Recuperado marzo 26, 2007 de: www.saber.ula.ve/.../forestallatinoamericana/

Centeno, J.C. (2004). Decretado saqueo en Imataca. La Era Ecológica N° 4. Recuperado marzo 26, 2007 de: www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasTecnicas/ceniaphoy/articulos/n12/arti/graterol_b.htm

Conesa Fdez.-Vitora, V. (2003). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental* (3° ed.). Madrid: Mundi-Prensa.

Cumbre de Johannesburgo 2002: Reseña de Venezuela. Recuperada en Marzo 24, 2007 de http://www.un.org/esa/agenda21/natlinfo/wssd/venezuela.pdf

Dalkey, N.(1969), *The delphi method: An Experimental study of group opinion,*RM-5888-PR, Santa Mónica, EEUU. Recuperado marzo 24, 2007, de: http://rand.org/pubs/research_memoranda/2005/RM5888.pdf.

Environmental Evaluation System for Water ResourcesPlanning. Battelle-Columbus Laboratories. Columbus. USA.

Espinoza, G. (2001). *Fundamento de evaluación de impacto ambiental.* Banco Interamericano para el Desarrollo (BID), Centro de Estudios para el Desarrollo (CED), Santiago de Chile. Chile. Recuperado marzo 24, 2007, de: http://www.paot.org.mx/centro/internacional/bid/fundimpamb2001.pdf.

Esteban-Bolea, M.T. (1977). *Las evaluaciones de impacto ambiental.* Madrid: CIFCA.

García, M., Fermín de Añez, A, y Figueroa J. A. (1990). *Educación ambiental* (1°ed.). Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Caracas: Fedupel.

García, M., Arana, A., y Fermín de Añez, A. (2000). *Educación amental* (2° ed.). Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Caracas: Fedupel.

Garmendia, S., Salvador, A., y Crespo. C. (2005). *Evaluación de impacto ambiental* (1° ed). Madrid: Pearson- Prentice Hall.

Gómez-Orea, D. (1999). *Evaluación del impacto ambiental* (1° ed.). Agrícola Madrid: Española.

Henry, J.G. y Heinke, G.(1999). *Ingeniería ambiental* (2° ed). Pearson- Prentice Hall.

Hernández, E y Pozzobon, E. (2002).Tasas de deforestación en cuatro cuencas montañosas del occidente de Venezuela. *Revista Forestal Venezolana*, 1(46). Recuperada en Marzo 24, 2007 de: http://www.saber.ula.ve/cgi-win/be_alex.exe?Acceso=T01

Huber,O y Alarcón C (1988). Mapa de Vegetación de Venezuela, MARNR, Bioma, Caracas.

Linstone, H. y Turoff,M. (Ed.). (2002). *The delphi method: Techniques and Applications.* Recuperado marzo 24, 2007, de http://is.njit.edu/pubs/delphibook/

Llamozas, S., Duno, R., Meier, W., Riina, R., Stauffer, F. Aymard, G., et al. (2005). *El libro rojo de la flora venezolana* (1ª ed.). Provita–Fundación Polar, Caracas

López, J., y Senior, C.T. (1996). Modificación del método de los criterios relevantes integrados para la evaluación de impactos ambientales. Caura, Caracas.

Lozada, J. y Arends E. (1998). Impactos ambientales del aprovechamiento forestal en Venezuela. *Interciencia*, 23, (2). Recuperado marzo 24, 2007, de http://www.interciencia.org/v23_02/lozada.pdf

Manual de Procedimiento para la revisión e Incorporación de la variable ambiental en proyectos de vialidad (2002). I.T.A. Técnicas Ambientales Caracas, Venezuela.

Marín, C. (2006). Propuesta de una función de transformación para evaluar impactos ambientales relacionados con partículas totales suspendidas en el aire. Trabajo de Grado de Maestría, Universidad Católica Andrés Bello, Caracas, Venezuela.

Mendoza-Puga, I.E. (2004). Evaluación de impacto ambiental de proyectos de infraestructura vaira: funciones de transformación. Tesis Doctoral, Politécnica de Madrid, Madrid, España.

Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. (1986). *Atlas de vegetación de Venezuela*, MARNR, Caracas

Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. MARNR (1994-95), *Balance Ambiental de Venezuela*. Centro de información y estadísticas ambientales, DGSCA Caracas

Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. MARNR (1996), *Balance ambiental de Venezuela: apéndice*, Centro de información y estadísticas ambientales, DGSCA Caracas

Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. (1998). *Principales problemas ambientales en Venezuela* (2°ed.). Caracas Fundambiente.

Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales. (2000), *Informe de la Situación Forestal en Venezuela.* SEFORVEN: Revista de la Dirección del Recurso Forestal. Caracas, Venezuela.

Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales. (2001), *Boletín Estadístico Forestal*, N° 3- año 2000. MARN, Dirección General del Recurso Forestal, Caracas, Venezuela.

Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales. (2001), *Estrategia Nacional sobre Diversidad Biológica y su Plan de Acción,* Caracas, Venezuela.

Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales (2001). *Índice Legislativo ambiental y Normas afines*. Caracas, Venezuela.

Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales. (2003), *Boletín Estadístico Forestal*, N° 4- año 2001. MARN, Dirección General del Recurso Forestal, Caracas, Venezuela.

Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales. (2004), Sistema Nacional de Información Estadística Forestal. *Boletín Estadístico Forestal*, N° 5- años 200-2003. MARN, Dirección General de Bosques, Caracas, Venezuela.

Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales, Dirección General de Bosques y FAO. (2004), Elaboración de la Metodología para la Realización del Inventario Forestal Nacional, Informe Final, Proyecto TCP/VEN/0166 [A] Caracas, Venezuela.

Nebel B. y Wrigth R. (1999). *Ciencias ambientales, ecología y desarrollo sostenible.* (6° ed.). México: Prentice Hall.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (1998). Anuario de la F.A.O. 1992-1996. Productos Forestales. Roma. Italia. Recuperado en Marzo 24, 2007 de http://www.fao.org/forestry/newsroom/es/news/2005/index.html

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FRA 2000 Bibliografía comentada cambios en la cobertura forestal Venezuela Octubre 2000, recuperada en Marzo 24, 2007 de http://www.fao.org/docrep/006/ad671s/ad671s05.htm

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FRA 2000. Causas y tendencias de la deforestación en América Latina, Roma 2001. Recuperada en Marzo 24, 2007 de http://www.fao.org/docrep/007/ad680s/ad680s00.htm

Pozzobon, E. y Hernandez, E. (2004). Tasa de deforestación en cuencas hidrográficas del estado Mérida. IV Congreso Forestal Venezolano. Recuperada en Marzo 24, 2007 de http://www.conforve.ula.ve/WEB/Ponencias/PozzbonHernandezDeforestacion.pdf

Pozzobon, E. y Osorio, R.(2002). Evaluación de las deforestaciones en la reserva forestal de Ticoporo, estado Barinas-Venezuela, en base al análisis multitemporal de imágenes de percepción remota. *Revista Geográfica Venezolana,* 43 (2). Recuperado en Marzo 24, 2007 de http://www.saber.ula.ve/db/ssaber/Edocs/pubelectronicas/revistageografica/vol43num2/articulo43-2-3.pdf

El Problema de la Deforestación en Venezuela. Recuperado en Marzo 24, 2007 de http://cesimo.ing.ula.ve/GAIA/CASES/VEN/ESPANOL/intro.html

Ramos-Martín, J. (2004).Aplicación del método delphi a problemas ambientales. Recuperado en Marzo 24, 2007 de http://webs.ono.com/jesus.ramos/pdf/jramos_delphi.pdf

República de Venezuela (1996). Normas sobre Evaluación de Actividades Susceptibles de Degradar el Ambiente. Decreto No 1.257. Abril 1996 Gaceta Oficial. Nº 35.946. Caracas.

Rojas, M. (2002). Manual de investigación y redacción científica. Perú: Book X-Press.

Santalla-Peñaloza, Z. (2003). *Guía para la elaboración formal de reportes de investigación* (1°ed.). Caracas: Publicaciones UCAB.

Situación de los Bosques en Venezuela, La región Guayana como caso de estudio, Observatorio Mundial de Bosques:GFW. (2002), Caracas Fundación Polar, Venezuela.

Tyller-Millar,G., (1994), *Ecología y Medio Ambiente*, (1°ed.). México Iberoamericana.

Formaciones Vegetales de Venezuela, Recuperados Marzo 2007
http://200.44.126.163/atlas/Ecologico/Vegetaci%C3%B3n.htm
http://www.forest.ula.ve/~rubenhg/vegetacion/
http://www.ciens.ula.ve/~cires/centros-frontispiece.html

ANEXOS

ANEXO A-1.

PRIMER CUESTIONARIO

Caracas, abril 2006

Ing XXXX
Caracas.-

La que suscribe, Lic. Antonieta Melone, estudiante de la Maestría de Ingeniería Ambiental de la Universidad Católica Andrés Bello, está desarrollando el proyecto de grado intitulado "Propuesta para el Desarrollo de una Función de Transformación para evaluar la Calidad Ambiental relacionada con Impactos sobre Vegetación Natural Terrestre" cuyo objetivo es el de construir las funciones de valor del parámetro ambiental VNT[1], dentro del ámbito geográfico nacional.

Para el logro del mencionado objetivo se está siguiendo la Técnica Delphi, que permitirá conocer las diversas opiniones de un grupo de especialistas en el tema a ser evaluado, caracterizándose por buscar la convergencia de los razonamientos en su segunda etapa de retroalimentación. Por tal motivo, les estamos invitando muy cordialmente a participar de esta consulta.

[1] VNT: Vegetación Natural Terrestre

De poder contar con su colaboración, es de vital importancia que no delegue la contestación del cuestionario adjunto a otras personas, de igual forma si usted observa alguna omisión sobre algunos aspectos de importancia que no han sido considerados en el cuestionario, por favor realice las anotaciones pertinentes en el área correspondiente a cada pregunta.

Otra de las peticiones por cuestiones de tiempo y exigencias académicas le agradeceríamos poder contar con el cuestionario para la fecha límite, fijada para el 20 de mayo del año en curso.

Para la devolución de este cuestionario puede hacerlo al correo electrónico amelone@ucab.edu.ve, o si lo prefiere, en Caracas, puede contactar a: Lic. Antonieta Melone, al teléfono 0212-4074160 ó 0412-9501967 para recogerlo personalmente; de igual manera puede comunicarse con el Ing. Joaquín Benítez, Asesor Académico de este trabajo a través de: caura4@cantv.net ; telf. 0212-9510481.

Agradezco de antemano su colaboración y reciba un saludo afectuoso.

Lic. Antonieta Melone.

ANTECEDENTES

Los Estudios de Impacto Ambiental (Es.I.A), por lo general consideran un grupo de factores ambientales que probablemente van a ser objeto de impacto por las acciones del hombre como son: la atmósfera, el suelo, el agua, la vegetación, etc.

Con la finalidad de ponderar la importancia de cada factor se generaron distintos métodos cualitativos y cuantitativos.

En estudios realizados en Venezuela se observa que un gran número de E.I.A. utilizan métodos cuantitativos, entre ellos se puede mencionar el Método de los Indicadores o Criterios Relevantes Integrados que consiste en obtener un valor numérico para cada impacto ambiental de carácter cualitativo, el cual consiste en que el Valor del Impacto Ambiental (V.I.A.) de un efecto a considerar, es la sumatoria de los productos del valor asignado por expertos a los diferentes criterios de evaluación, multiplicado por el correspondiente peso o ponderación del criterio.

Con la finalidad de facilitar la transformación de estos valores asignados a la escala de calidad ambiental (CA) se utilizan las Funciones de Transformación (FT) para cada parámetro a ser evaluado. La generación de dichas gráficas incluyen en muchos casos variables como el clima, suelo, vegetación, etc., que como se sabe varían dependiendo de su ubicación en el planeta.

La mayoría de las funciones de transformación que se tienen en la actualidad fueron elaboradas en países desarrollados con climas templados y normativas ambientales distintas a las nuestras, dichas gráficas se están utilizando en algunos casos de forma tal, que no toman en cuenta las variaciones que pueden existir entre los países con clima templado y los tropicales.

Cabe destacar que el uso de estas gráficas facilita enormemente la evaluación de un impacto dado, además de contribuir a disminuir la subjetividad en la evaluación. Por tal motivo surge la inquietud de generar las funciones de transformación para países tropicales, escogiendo al nuestro: Venezuela y aplicado al factor pérdida de vegetación natural terrestre (VNT) debido a la importancia que éste representa por su interrelación con agua, suelo y aire. En un estudio exploratorio realizado en Ingeniería Caura S.A. (2004) se encontró que la mayoría de los E.I.A efectuados estaban relacionados con pérdida de VNT.

Para la realización de estas curvas se desea utilizar el Método DELPHI, el cual consiste en un método de consulta de especialistas, que se basa en obtener la opinión de un grupo de personas sobre un tema específico mediante la utilización de un cuestionario.

El objetivo principal del cuestionario DELPHI, es el de obtener un nivel de consenso sobre determinadas tendencias, basándose en las opiniones calificadas de personas que por sus conocimientos y experiencias abarquen en conjunto un campo lo mas amplio y diversificado posible, de manera así, de obtener una visión integrada del factor en estudio.

El método DELPHI consta de dos aspectos básicos:

- La estricta confidencialidad con la que se utilizan los aportes hechos por cada participante, lo que permite conseguir una gran objetividad en sus respuestas.
- La utilización de un segundo cuestionario, con el que se intenta retomar los puntos de aparente desacuerdo en los resultados preliminares. Este segundo cuestionario permite alcanzar el consenso o confirmar los puntos en los que no es posible unificar las conclusiones.

Una vez realizada la segunda ronda se prepara un informe que resume estadísticamente los resultados obtenidos, analizando y comentando sus aspectos más significativos.

CUESTIONARIO

El propósito de este primer cuestionario es determinar, según su experiencia, si las propuestas de los aspectos evaluados (indicadores) y los rangos sugeridos para la pérdida de VNT son los adecuados, para así realizar las correcciones que apliquen a cada caso y poder usarlo en este ejercicio DELPHI.

El cuestionario consta de dos preguntas: con la primera, se busca establecer la importancia que tiene en cada uno de los factores ambientales que están relacionados con la pérdida de VNT: cuerpos de agua, calidad del aire, microclima, suelo, diversidad biológica, fauna silvestre, paisaje y el valor económico vegetal en cuanto a su contribución a la calidad global del ambiente. Para ello se le va a solicitar que asignen, a cada factor afectado, un peso ponderado, expresado en unidades de importancia (UI), de manera tal, que la suma de todos los componentes ambientales sea igual a 100 UI.

Con la segunda pregunta, se trata de ponderar el efecto que tiene la pérdida de VNT sobre cada uno de los factores ambientales anteriormente considerados. La misma pregunta se va responder separadamente según cual sea el grado de intervención[2]. Para ello se divide en regiones sin intervención aparente, moderada y fuerte (su definición estará en su página correspondiente).

En este caso, se pide calificar para cada indicador afectado por la pérdida de VNT, la calidad ambiental en una escala del 0 al 10: cero (0) para la peor y diez (10) para la mejor condición ambiental.

[2] MARN. Dirección General de Bosques, 2004

PREGUNTA UNO

Distribuya 100 puntos entre los siguientes factores ambientales, afectados por pérdida de VNT, de tal forma que el puntaje represente la importancia relativa, que para usted tenga cada factor, en cuanto a la calidad global del medio ambiente.

EFECTO DE LA PÉRDIDA DE VEGETACIÓN NATURAL TERRESTRE (VNT) SOBRE EL MEDIO AMBIENTE	
FACTOR (tipo de efecto)	**PUNTOS**
Cuerpos de Agua (ríos, lagunas y acuíferos)	
Calidad del Aire (cambios en la composición)	
Microclima (alteración de los parámetros microclimáticos)	
Suelos (Degradación y deterioro, erosión en terrenos con pendiente)	
Diversidad Biológica (Desaparición de especies florísticas, afectación en el potencial genético del recurso)	
Fauna Silvestre (alteración del hábitat, merma o extinción cambios en las condiciones ambientales de la microfauna del suelo)	
Paisaje (pérdida del aporte estético)	
Valor Económico Vegetal (productos maderables y no maderables, bienes y servicios)	
Suma	

COMENTARIOS:

PREGUNTA DOS - A

Califique la calidad ambiental, relacionada con la pérdida de VNT, para una región **sin intervención aparente (*)** utilizando

la escala numérica del 0 al 10 para cada uno de los siguientes componentes, donde la mayor y mejor calidad ambiental corresponde a la mayor calificación.

Pérdida de VNT (% superficie)	Cuerpos de Agua	Aire	Microclima	Suelos	Diversidad Biológica	Fauna Silvestre	Paisaje	Valor Económico Vegetal
< 5								
5 - 10								
10 - 20								
20 – 35								
> 35								

Comentarios:

(*) Sin intervención aparente: No hay alteración de la estructura fisonómica de la formación o es imperceptible. (Según el MARN)

PREGUNTA DOS - B

Califique la calidad ambiental, relacionada con la pérdida de VNT, para una región con **Intervención moderada (*)** utilizando la escala numérica del 0 al 10 para cada uno de los siguientes componentes, donde la mayor y mejor calidad ambiental corresponde a la mayor calificación.

Pérdida de VNT (% superficie)	Cuerpos de Agua	Aire	Microclima	Suelos	Diversidad Biológica	Fauna Silvestre	Paisaje	Valor Económico Vegetal
< 5								
5 - 10								
10 - 20								
20 – 35								
>35								

Comentarios:

(*) Intervención moderada: la intervención altera levemente la estructura fisonómica de la formación y no cambia fundamentalmente su aspecto original (menos de 30% de intervención). (Según MARN)

PREGUNTA DOS - C

Califique la calidad ambiental, relacionada con la pérdida de VNT, para una región con **Intervención fuerte (*)** utilizando la escala numérica del 0 al 10 para cada uno de los siguientes componentes, donde la mayor y mejor calidad ambiental corresponde a la mayor calificación.

Pérdida de VNT (% superficie)	Cuerpos de Agua	Aire	Microclima	Suelos	Diversidad Biológica	Fauna Silvestre	Paisaje	Valor Económico Vegetal
< 5								
5 -10								
10 - 20								
20 – 35								
>35								

Comentarios:

(*) Intervención fuerte: Se observa una alteración que modifica la estructura fisonómica de la formación vegetal (mas de 30%). Según MARN

ANEXO A-2.

SEGUNDO *CUESTIONARIO.*

Caracas, Junio 2006

Ingeniero
JOAQUIN BENITEZ
Universidad Católica Andrés Bello
Caracas.

Una vez recibidas las respuestas del primer cuestionario, realizado el análisis estadístico y resumir las opiniones utilizadas por los especialistas participantes, se envía este último cuestionario con la finalidad que compare sus respuestas con la de los demás participantes, utilizando la información estadística adjunta y las sugerencias y comentarios que la complementan con el propósito de lograr el consenso de opiniones en este estudio Delphi.

Para la devolución de este cuestionario, puede hacerlo al correo electrónico amelone@ucab.edu.ve o si lo prefiere, puede enviarlo al Ingeniero Joaquín Benítez, Asesor Académico de este trabajo a través de: caura4@cantv.net

Así mismo, por cuestiones de tiempo y exigencias académicas le agradezco devolver este cuestionario lo antes posible (preferiblemente antes del 5 de Julio).

Gracias por tomarse el tiempo para responderlo y le reitero que su respuesta será tratada con absoluta confidencialidad y será enteramente anónima.

Reciba un saludo afectuoso.

Lic. Antonieta Melone.

PREGUNTA DOS

La tabla adjunta, corresponde a sus respuestas a la pregunta dos del primer cuestionario de este estudio Delphi. Con el propósito de buscar el consenso, reconsidere aquellos valores que presentan mayor dispersión.

***PREGUNTA2**:* Califique la calidad ambiental, relacionada con la pérdida de VNT, para una región **sin intervención aparente (*)** utilizando la escala numérica del 0 al 10 para cada uno de los siguientes *situaciones*, donde la mayor y mejor calidad ambiental corresponde a la mayor calificación, *(a menor afectación mayor calificación)*

Cuerpos de agua															
	Sin Intervención Aparente					*Intervención moderada*					*Intervención fuerte*				
Pérdida de VNT (% Superficie)	< 5	5 - 10	10 - 20	20 - 35	>35	< 5	5 -10	10 -20	20 - 35	>35	< 5	5 - 10	10 - 20	20 - 35	>35
Sus valores	9	6	4	2	2	8	5	3	1	1	9	9	9	6	4
Estadistica panel	**10**	**8**	**6,5**	**5**	**2,5**	**8**	**7**	**5,5**	**5**	**3**	**6**	**6**	**4,5**	**4**	**2**
Diferencia	1	2	2.5	3	0.5	0	2	2.5	4	2	3	3	4.5	2	2
± 1.5 unidad rango intercuartílico	dentro rango	fuera rango	fuera rango	fuera rango	dentro rango	coincide mediana	fuera rango	fuera rango	fuera rango	fuera rango	fuera rango	fuera rango	fuera rango	fuera rango	fuera rango
Confirma su 1er valor (SI o NO)	NO	**NO**	**NO**	**NO**	**SI**		NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Asume mediana panel (SI o NO)	**SI**	**SI**	**NO**	**NO**			SI	NO	NO	NO	SI	SI	NO	NO	SI
Nuevo valor	**10**	**8**	6	4	2		**7**	6	4	2	**6**	**6**	4	2	**2**

INSTRUCCIONES PARA RELLENAR ESTA TABLA.

- **Confirma su 1er valor**. En este espacio coloque SI para confirmar su primer valor o **NO** si quiere cambiar de opinión. Si su valor coincide con la mediana deje el espacio en blanco.
- **Asume mediana panel**. Coloque SI para aceptar la mediana del panel en lugar de su primer valor, en caso contrario escriba **NO**.
- **Nuevo valor**. En el caso de **NO** confirmar su primer valor y **NO** asumir la mediana del grupo, coloque en este espacio su nuevo valor.

COMENTARIOS:

ESTADISTICA GENERAL

PRIMERA PREGUNTA

# Especialista	Cuerpos de Agua	Calidad del Aire	Microclima	Suelos	Diversidad Biológica	Fauna Silvestre	Paisaje	Valor económico vegetal
1	15	5	15	15	15	20	10	5
2	15	5	10	15	20	20	10	5
3	10	3	20	10	20	30	5	2
4	15	3	15	10	20	20	5	5
5	10	3	20	10	20	30	5	2
6	10	3	20	10	20	30	5	2
7	10	3	20	10	20	30	5	2
8	10	3	20	10	20	30	5	2
9	10	3	20	10	20	30	5	2
10	15	5	15	15	15	15	10	10
11	17	15	14	14	17	14	4	5
12	20	5	10	15	20	20	5	10
13	20	3	8	19	25	12	8	10
14	15	5	5	15	20	20	5	15
15	15	10	5	15	20	20	5	10
16	20	3	15	12	20	20	5	5
17	15	10	10	15	15	10	10	15
18	15	5	10	10	15	15	10	20
19	20	15	20	15	10	10	5	5
20	15	10	10	15	15	15	10	10
ESTADISTICA PANEL								
Mediana	15	5	15	14.5	20	20	5	5
Cuartil 1	10	3	10	10	15	15	5	2
Cuartil 3	15.5	6.3	20.0	15.0	20.0	30.0	10.0	10.0
RIC	5.5	3.3	10.0	5.0	5.0	15.0	5.0	8.0

SEGUNDA PREGUNTA

CUERPOS DE AGUA Pérdida de VNT (%superficie)

	Pregunta Dos A					Pregunta Dos B					Pregunta Dos C				
# Especialista	**< 5**	**5 - 10**	**10 - 20**	**20 – 35**	**>35**	**< 5**	**5 - 10**	**10 - 20**	**20 – 35**	**>35**	**< 5**	**5 - 10**	**10 - 20**	**20 – 35**	**>35**
1	10	9	8	7	6	7	6	5	4	3	6	4	3	2	1
2	10	8	6	4	2	8	7	6	4	2	6	6	4	2	2
3	10	9	9	4	2	9	9	8	5	3	5	4	4	4	3
4	10	8	6	5	2	8	7	5.5	5	2	7	6	4.5	4	2
5	9						5							3	
6	10							5							2
7	10	9	7	6	5	8	7	5	4	3	5	3	2	1	1
8	8	8	8	8	6	7	7	6	6	5	6	6	5	5	4
9	10	10	5	5	0	10	5	5	5	0	5	5	5	5	0
10	10	8	7	5	2	9	8	6	5	3	7	5	4	4	1
11	10	8	6	4	2	8	8	6	4	2	6	7	5	3	1
12	10	9	7	6	5	7	6	5	4	4	5	5	4	4	3
13	10	9	8	6	5	9	9	8	6	4	8	7	7	5	3
14	10	8	6	4	2	8	6	5	3	1	7	6	4	2	1
15	10	10	9	8	6	8	7	6	5	4	3	2	1	0	0
16	10	8	5	6	2	8	6	5	4	3	5	5	4	3	2
17	10	8	5	2	0	8	5	2	0	0	5	3	1	0	0
18	8	5	3	2	0	9	6	4	2	0	9	6	4	2	0
19	10							5							5
20	10							6							4
ESTADÍSTICA DE PANEL															
Mediana	10.0	8.0	7.0	5.5	2.0	8.0	7.0	5.5	4.0	3.0	6.0	5.0	4.0	3.0	2.0
Cuartil 1	10.0	8.0	6.0	4.0	2.0	8.0	6.0	5.0	4.0	2.0	5.0	4.0	3.3	2.0	1.0
Cuartil 3	10.0	9.0	8.0	6.0	5.0	8.0	7.5	6.0	5.0	3.8	6.8	6.0	4.4	4.0	3.0
RIC	0.0	1.0	2.0	2.0	3.0	0.0	1.5	1.0	1.0	1.8	6.8	6.0	4.4	4.0	3.0

AIRE Pérdida de VNT (%superficie)

	Pregunta Dos A					Pregunta Dos B					Pregunta Dos C				
# Especialista	**< 5**	**5 - 10**	**10 - 20**	**20 – 35**	**>35**	**< 5**	**5 - 10**	**10 - 20**	**20 – 35**	**>35**	**< 5**	**5 - 10**	**10 - 20**	**20 – 35**	**>35**
1	10	9	8	7	6	7	6	4	6	3	2	0	0	0	0
2	10	8	6	4	2	9	7	5	4	3	8	6	6	4	4
3	10	10	9	8	4	10	10	8	7	4	7	7	7	7	7
4	10	9	8	6,5	2	7	6	5	6	4,5	6	5	4	5	3,5
5	8						6							5	
6	10							5							2
7	10	10	9	8	7	8	8	7	6	5	6	6	5	4	3
8	8	8	8	7	6	7	7	7	6	5	6	6	6	5	5
9	10	10	5	5	0	10	10	5	5	0	10	5	5	5	0
10	10	10	9	7	3.5	8	7	6	6	4.5	8	6	7	6	3.5
11	8	4	3	2	2	8	6	4	3	3	8	6	4	3	3
12	10	9	8	7	6	7	7	6	6	5	5	5	4	4	4
13	10	10	9	9	8	10	9	8	8	7	9	8	7	6	5
14	10	9	8	6	3	8	7	6	5	3	7	6	4	3	2
15	10	10	9	9	8	9	9	8	8	7	4	4	3	2	0
16	10	10	9	7	4	8	7	8	8	5	7	8	7	5	5
17	10	9	7	5	1	9	7	5	1	0	6	5	3	2	0
18	5	2	1	0	0	6	3	2	0	0	6	3	2	0	0
19	10							8							3
20	10							6							5
ESTADÍSTICA DE PANEL															
Mediana	10.0	9.0	8.0	7.0	4.0	8.0	7.0	6.0	6.0	4.5	6.5	6.0	4.5	4.0	3.3
Cuartil 1	10.0	9.0	8.0	6.0	2.3	7.3	6.5	5.0	5.3	3.0	6.0	5.0	4.0	3.0	2.0
Cuartil 3	10.0	10.0	9.0	8.0	6.0	9.0	7.5	8.0	6.8	5.0	7.8	6.0	6.8	5.0	5.0
RIC	0.0	1.0	1.0	2.0	3.8	1.8	1.0	3.0	1.5	2.0	1.8	1.0	2.8	2.0	3.0

MICROCLIMA Pérdida de VNT (%superficie)

	Pregunta Dos A					Pregunta Dos B					Pregunta Dos C				
# Especialista	**< 5**	**5 - 10**	**10 - 20**	**20 – 35**	**>35**	**< 5**	**5 - 10**	**10 - 20**	**20 – 35**	**>35**	**< 5**	**5 - 10**	**10 - 20**	**20 – 35**	**>35**
1	10	9	8	7	6	7	6	5	6	3	5	4	3	2	1
2	10	8	6	4	3	9	7	5	6	4	7	6	5	4	2
3	10	9	8	3	2	9	8	7	3	3	6	6	3	3	1
4	10	9	7	5	4	9	8	6	7	4	8	7	5	4	1
5	8						6							5	
6	10							5							2
7	10	10	9	8	7	8	8	7	6	5	6	6	5	4	3
8	8	8	8	7	6	7	7	7	6	5	6	6	5	5	4
9	10	10	5	5	0	10	5	5	5	0	5	5	5	5	0
10	10	8	6	4	3.5	10	8	6	6	4.5	6.5	7	5	3	1
11	10	8	6	4	4	10	8	6	4	3.5	9	7	5	3	1
12	10	9	8	7	6	7	7	6	6	5	5	5	4	4	4
13	10	9	9	8	7	10	10	9	8	6	10	9	9	8	7
14	10	8	7	5	3	8	7	6	5	3	7	6	5	4	2
15	10	10	9	9	8	9	9	8	8	7	4	4	3	2	0
16	10	9	8	8	5	10	8	7	6	6	7	7	5	3	2
17	10	9	7	5	1	9	7	5	1	0	6	5	3	2	0
18	8	5	3	1	0	8	5	3	3	0	8	5	3	3	1
19	10							8							1
20	10							7							6
ESTADÍSTICA DE PANEL															
Mediana	10.0	9.0	8.0	6.0	4.5	9.0	8.0	6.0	6.0	4.3	6.3	6.0	5.0	4.0	2.0
Cuartil 1	10.0	8.0	7.0	4.3	3.1	8.0	7.0	6.0	5.3	3.1	6.0	5.3	3.3	3.0	1.0
Cuartil 3	10.0	9.0	8.0	7.8	6.0	9.8	8.0	7.0	6.0	5.0	7.0	7.0	5.0	4.0	3.0
RCI	0.0	1.0	1.0	3.5	2.9	1.8	1.0	1.0	0.8	1.9	1.0	1.8	1.8	1.0	2.0

SUELOS Pérdida de VNT (%superficie)

	Pregunta Dos A					Pregunta Dos B					Pregunta Dos C				
# Especialista	**< 5**	**5 - 10**	**10 - 20**	**20 – 35**	**>35**	**< 5**	**5 - 10**	**10 - 20**	**20 – 35**	**>35**	**< 5**	**5 - 10**	**10 - 20**	**20 – 35**	**>35**
1	10	9	8	7	6	7	6	5	4	3	5	4	3	2	1
2	10	8	6	5	4	7	6	5	4	3	7	5	4	3	2
3	10	9	9	5	4	10	9	8	5	4	8	7	5	4	3
4	10	8	6,5	5	4	7	6	5	3	2	6	5	4	2	0
5	9						6							5	
6	10							5							2
7	10	9	7	6	5	8	7	5	4	3	5	3	2	1	0
8	8	8	8	6	4	7	7	6	5	2	7	7	6	5	4
9	10	10	5	5	0	10	5	5	5	0	5	5	5	5	0
10	10	9	7	6	4	9	6	5	6	3	7	5	3	2	1
11	10	7	5	3	1	10	7	5	3	1	8	5	3	2	1
12	10	9	7	6	5	7	6	5	4	4	5	5	4	4	3
13	10	8	7	5	5	10	8	7	5	4	9	8	6	4	3
14	10	8	5	3	2	8	6	5	4	1	7	5	3	2	1
15	10	9	8	7	6	8	7	6	5	4	3	2	1	0	0
16	10	9	7	6	5	9	5	5	3	3	7	4	3	2	2
17	10	8	5	2	0	8	5	2	0	0	5	3	1	0	0
18	8	6	4	2	0	8	6	5	3	0	8	6	5	3	1
19	9							2							1
20	10							5							4
ESTADÍSTICA DE PANEL															
Mediana	10	8.5	7	5.5	4	8	6	5	4	3	7	5	3	2	1
Cuartil 1	10	8	6	5	4	7	6	5	3.25	2	5	4	3	2	1
Cuartil 3	10	9	8	6	5	9	7	5	5	3.75	7	5	4	4	3
RIC	0	1	2	1	1	2	1	0	1.75	1.75	2	1	1	2	2

DIVERSIDAD BIOLÓGICA Pérdida de VNT (%superficie)

	Pregunta Dos A					Pregunta Dos B					Pregunta Dos C				
# Especialista	< 5	5 - 10	10 - 20	20 – 35	>35	< 5	5 - 10	10 - 20	20 – 35	>35	< 5	5 - 10	10 - 20	20 – 35	>35
1	10	9	8	7	6	7	6	5	4	3	6	4	3	2	1
2	10	8	7	5	3	8	7	6	5	3	6	5	4	3	2
3	10	9	8	4	3	10	9	8	4	3	3	3	3	2	1
4	10	8	7	5	3	8	7	6	5	3	6	5	4	3	1.5
5	10						5							3	
6	10							5							2
7	10	10	9	8	7	8	8	7	6	4	6	6	5	4	2
8	9	8	7	5	3	7	7	6	5	2	6	5	4	3	2
9	10	10	5	5	0	10	5	5	5	0	5	5	5	5	0
10	10	8	7	5	3	8	7	6	5	3	6	7	5	4	2
11	9	8	7	5	2	9	8	7	5	2	8	5	4	2	1
12	10	9	9	8	8	7	7	7	6	6	5	5	4	4	4
13	10	8	7	5	4	10	8	6	4	3	9	8	6	4	2
14	10	8	5	3	2	8	6	5	4	1	7	5	3	2	0
15	10	9	8	7	6	8	7	6	5	4	3	2	1	0	0
16	10	8	7	5	3	8	7	6	5	3	6	5	4	3	1.5
17	10	8	5	2	0	8	5	2	0	0	5	3	1	0	0
18	9	6	4	2	1	8	6	4	2	1	8	6	4	2	1
19	9							5							3
20	10							7							4
ESTADÍSTICA DE PANEL															
Mediana	10	8	7	5	3	8	7	6	5	3	6	5	4	3	2
Cuartil 1	10	8	7	5	3	8	6.5	5	4	2.25	5.25	4.25	3	2	1
Cuartil 3	10	9	8	6.5	5.5	8	7.5	7	5	3	6	5	4	3.5	2
RCI	0	1	1	1.5	2.5	0	1	2	1	0.75	0.75	0.75	1	1.5	1

FAUNA SILVESTRE Pérdida de VNT (%superficie)

	Pregunta Dos A					Pregunta Dos B					Pregunta Dos C				
# Especialista	< 5	5 - 10	10 - 20	20 – 35	>35	< 5	5 - 10	10 - 20	20 – 35	>35	< 5	5 - 10	10 - 20	20 – 35	>35
1	10	9	8	7	6	7	6	5	4	3	5	4	3	2	1
2	9	8	7	5	3	8	7	5	4	3	7	5	4	3	1
3	9	9	8	4	2	8	8	7	4	2	4	3	3	2	1
4	10	9	7	5	3.5	8	7	5	4	3	6,5	5	4	3	1
5	8						6							4	
6	10							5							2
7	10	10	9	7	5	8	8	6	5	3	4	4	3	2	1
8	9	8	7	5	4	7	7	6	5	3	6	5	4	3	2
9	10	10	5	5	0	10	5	5	5	0	10	5	5	5	0
10	10	10	7	5	3.5	8	7	5	4	3	7	6	5	4	2
11	10	8	6	4	2	9	8	6	4	2	8	5	4	2	1
12	10	9	7	5	4	7	6	5	4	4	5	5	4	4	3
13	10	9	9	8	7	10	8	8	7	6	10	8	7	6	5
14	10	8	5	3	2	8	7	5	4	1	7	5	3	2	0
15	10	9	8	7	6	8	7	6	5	4	3	2	1	0	0
16	10	9	7	5	3.5	8	7	5	4	3	6.5	5	4	3	1
17	10	9	7	5	1	9	7	5	1	0	6	5	1	2	0
18	8	5	3	2	0	8	5	3	2	0	8	6	4	2	1
19	10							5							1
20	10							6							4
ESTADÍSTICA DE PANEL															
Mediana	10.0	9.0	7.0	5.0	3.5	8.0	7.0	5.0	4.0	3.0	6.0	5.0	4.0	3.0	1.0
Cuartil 1	10.0	8.3	7.0	5.0	2.3	8.0	7.0	5.0	4.0	2.3	5.0	4.3	3.0	2.0	1.0
Cuartil 3	10.0	9.0	8.0	6.5	4.8	8.0	7.5	6.0	4.8	3.0	7.0	5.0	4.0	3.5	2.0
RCI	0.0	0.8	1.0	1.5	2.5	0.0	0.5	1.0	0.8	0.8	2.0	0.8	1.0	1.5	1.0

PAISAJE Pérdida de VNT (%superficie)

	Pregunta Dos A					Pregunta Dos B					Pregunta Dos C				
# Especialista	**< 5**	**5 - 10**	**10 - 20**	**20 – 35**	**>35**	**< 5**	**5 - 10**	**10 - 20**	**20 – 35**	**>35**	**< 5**	**5 - 10**	**10 - 20**	**20 – 35**	**>35**
1	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
2	8	7	6	5	4	7	6	6	5	3	7	6	5	4	2
3	10	10	7	5	4	9	9	6	4	3	5	4	3	2	2
4	10	9	7	5	3	8.5	7	6	5	3.5	7	6	5	4	2
5	8						6							4	
6	10							5							2
7	10	9	7	6	5	8	7	5	4	3	3	3	2	1	0
8	8	8	7	6	5	8	7	6	5	4	7	6	5	4	3
9	10	10	5	5	0	10	5	5	5	0	10	5	5	5	0
10	10	9	8	5	6	9	8	6	5	4	8	7	4	3	1
11	9	7	5	3	1	9	7	5	3	1	7	5	3	2	0
12	10	9	9	8	7	7	6	6	5	5	5	5	5	4	4
13	10	10	9	9	8	10	9	9	8	7	9	8	6	6	5
14	10	9	7	5	2	9	7	6	5	2	7	6	4	3	2
15	10	9	8	7	6	8	7	6	5	4	3	2	1	0	0
16	10	9	8	7	6	10	7	6	4	3	8	6	4	3	2
17	10	9	7	5	1	9	7	5	1	0	6	5	1	0	0
18	8	4	2	1	0	8	5	4	2	0	8	6	4	3	0
19	10							4							2
20	10							7							5
ESTADÍSTICA DE PANEL															
Mediana	10.0	9.0	7.0	5.5	5.0	8.8	7.0	6.0	5.0	3.0	7.0	5.5	4.0	3.0	2.0
Cuartil 1	10.0	9.0	7.0	5.0	3.3	8.0	6.5	5.0	4.0	2.3	5.0	4.3	3.0	2.0	1.0
Cuartil 3	10.0	9.0	8.0	7.0	6.0	9.0	7.0	6.0	5.0	4.0	7.0	6.0	5.0	4.0	2.0
RIC	0.0	0.0	1.0	2.0	2.8	1.0	0.5	1.0	1.0	1.8	2.0	1.8	2.0	2.0	1.0

VALOR ECONÓMICO VEGETAL Pérdida de VNT (%superficie)

	Pregunta Dos A					Pregunta Dos B					Pregunta Dos C				
# Especialista	< 5	5 - 10	10 - 20	20 – 35	>35	< 5	5 - 10	10 - 20	20 – 35	>35	< 5	5 - 10	10 - 20	20 – 35	>35
1	10	9	8	7	6	7	6	5	4	3	2	0	0	0	0
2	10	8	6	4	3	8	7	6	5	4	7	5	4	3	2
3	10	10	8	6	5	9	9	7	5	5	5	4	3	2	2
4	10	8	6	5	3	8	7	6	5	4	7	4	3	3	2
5	9						4							3	
6	10							5							2
7	10	10	9	7	5	8	8	7	6	5	3	3	2	1	1
8	9	8	7	6	4	8	8	7	6	5	6	6	5	4	3
9	10	10	5	5	0	10	5	5	5	0	5	5	5	5	0
10						9	8	7	5	3	7	5	4	2	2
11	9	7	5	2	0	9	7	5	2	0	8	6	4	2	0
12	10	9	8	7	6	7	7	6	6	5	5	5	4	4	3
13	10	10	9	9	8	10	9	9	8	7	9	8	7	6	5
14	10	8	6	5	3	8	7	5	4	2	7	5	4	3	1
15	10	10	9	8	7	9	9	8	7	7	4	3	2	0	0
16	10	8	6	5	3	8	7	6	5	4	6.5	5	4	3	2
17	10	8	5	2	1	8	5	2	1	0	5	3	1	0	0
18	8	6	5	3	1	8	6	5	3	1	9	6	5	3	1
19	9							5							1
20	10							6							3
ESTADÍSTICA DE PANEL															
Mediana	10.0	8.0	7.0	6.0	4.0	8.0	7.0	6.0	5.0	4.0	6.3	5.0	4.0	3.0	2.0
Cuartil 1	10.0	8.0	6.0	5.0	3.0	8.0	7.0	5.0	4.3	3.0	5.0	3.3	2.3	1.5	1.0
Cuartil 3	10.0	10.0	8.0	7.0	6.0	9.0	8.0	7.0	6.0	5.0	7.0	5.0	4.0	3.0	2.0
RCI	0.0	2.0	2.0	2.0	3.0	1.0	1.0	2.0	1.8	2.0	2.0	1.8	1.8	1.5	1.0

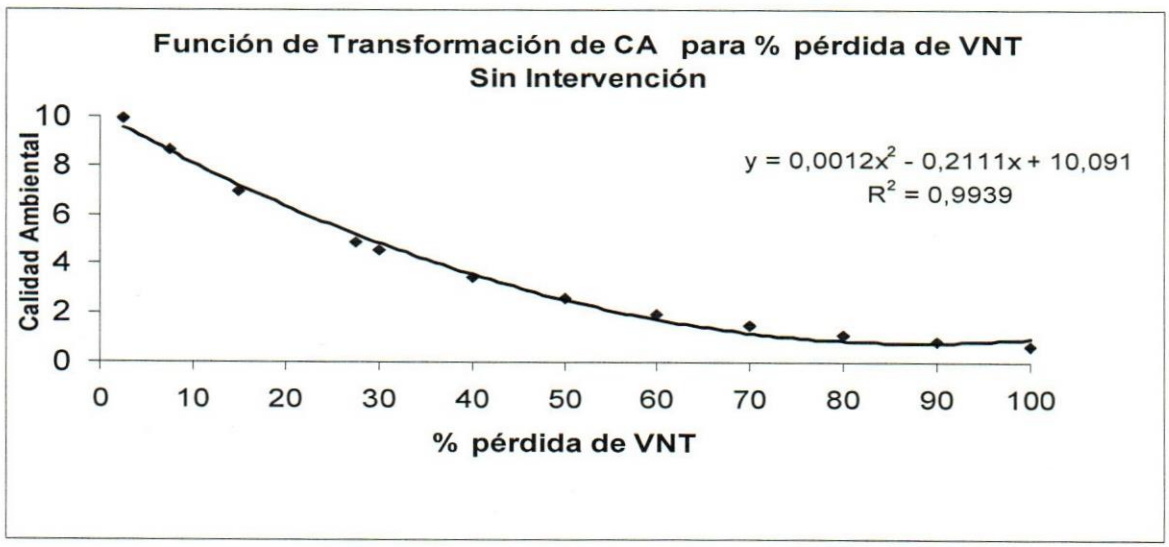
ANEXO B.

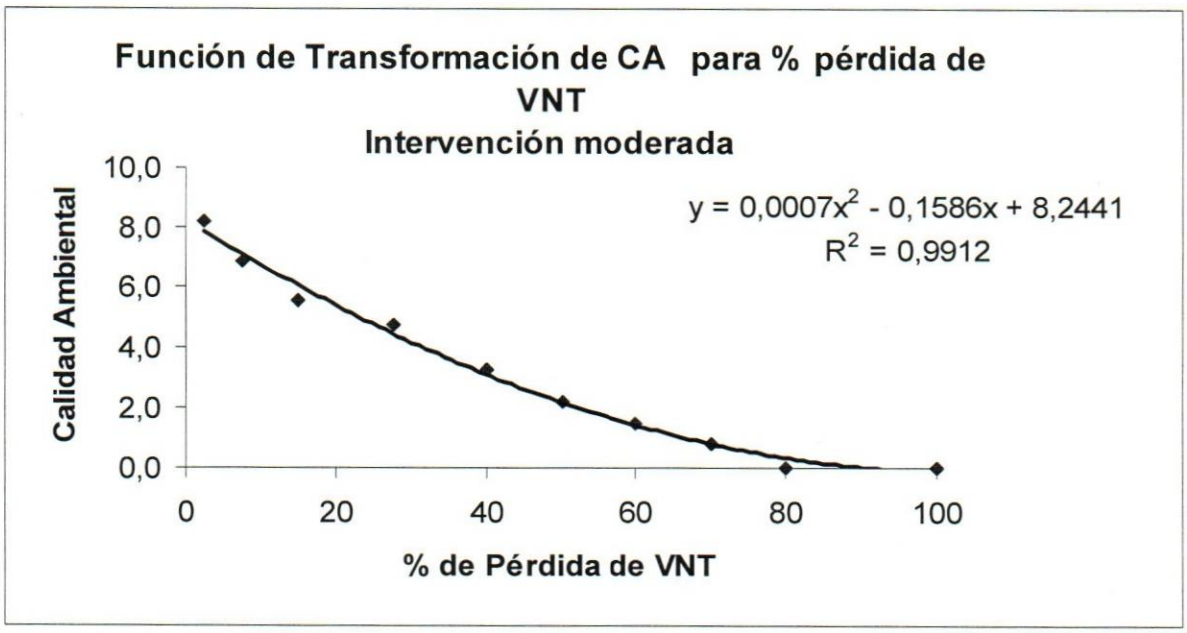
Procedimiento para la extrapolación de las funciones de transformación.

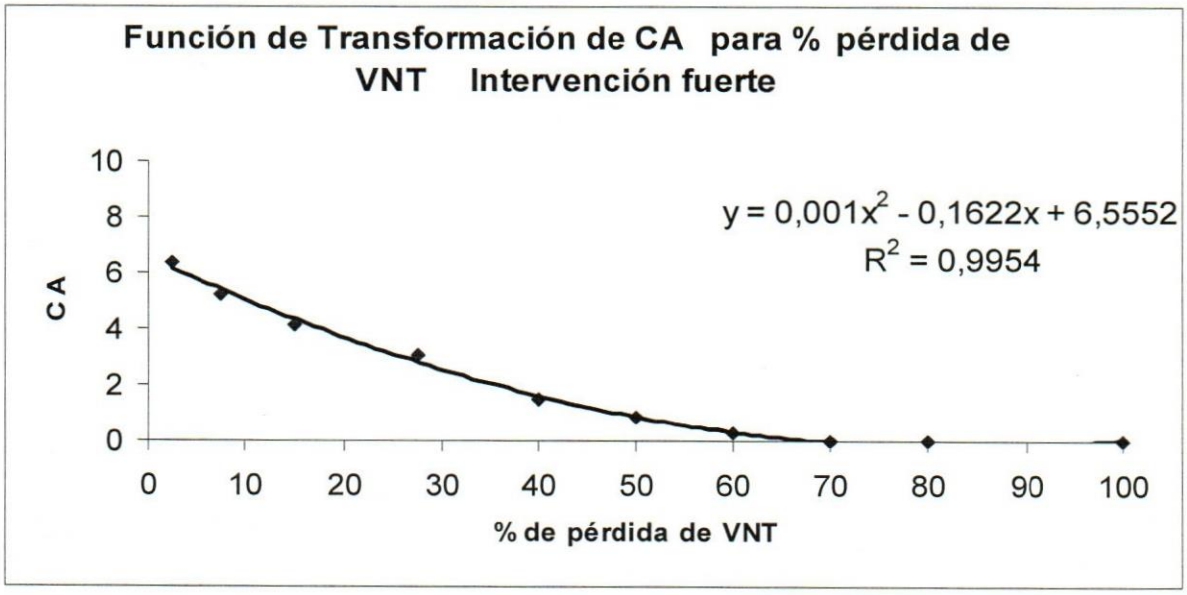
Como se señaló en el capítulo de los resultados, para obtener la función de transformación de CA que abarcara el rango completo desde el mínimo de cero (0) hasta el valor máximo de diez (10) se realizaron los cálculos de extrapolación a partir de los valores de de calidad ambiental con relación al porcentaje de pérdida de VNT para distintos grados de intervención.

Los cálculos se realizaron con el programa Microsoft Excel versión 5.0 ajustando los datos de CA experimentales presentados en la tabla 33; el mejor ajuste correspondió en cada caso a una ecuación exponencial, asumiendo el valor de CA=0 para 100% de pérdida de VNT.

Una vez conocida la ecuación matemática que rige el comportamiento de los valores de CA experimentales se procedió a completar la función de transformación de CA. En las figuras 26, 27y 28 se muestran las curvas de CA con sus respectivas ecuaciones matemáticas y su factor de ajuste.




Función de Transformación de CA para % pérdida de VNT
Intervención moderada
y = 0,0007x2 - 0,1586x + 8,2441
R2 = 0,9912
Calidad Ambiental
10,0
8,0
6,0
4,0
2,0
0,0
0
20
40
60
80
100
% de Pérdida de VNT


Función de Transformación de CA para % pérdida de VNT Intervención fuerte
y = 0,001x2 - 0,1622x + 6,5552
R2 = 0,9954
C A
10
8
6
4
2
0
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
% de pérdida de VNT