

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA

**INDICES AMBIENTALES PARA LA EVALUACION
DE PROYECTOS HIDROELECTRICOS**

Tabla de contenido

1.	SEDIMENTACION EN EL EMBALSE.....	1
1.1.	Tasa de denudación de la cuenca afluyente, Tda.....	1
1.2.	Colmatación del embalse muerto por año, Col.....	1
1.3.	Area suceptible a erosión, Af.....	2
2.	CALIDAD DEL AGUA AFLUENTE AL EMBALSE.....	2
2.1.	Vegetación no natural de la cuenca afluyente, Vnn.....	2
2.2.	Dilución de drenaje urbano, Ddu.....	2
3.	CAMBIOS DE CALIDAD DE AGUA EN EL EMBALSE.....	2
3.1.	Tiempo de residencia medio, Tmed.....	2
3.2.	Vegetación natural del vaso del embalse, Vnv.....	3
3.3.	Profundidad media, Zmed.....	3
3.4.	Relación de forma, Rf.....	3
4.	IMPACTO POR CONSTRUCCION ABAJO DE LA PRESA.....	4
4.1.	Tiempo de construcción.....	4
4.2.	Deterioro por obras en el río, Dor.....	4
5.	CAMBIOS EN EL RIO RECEPTOR DE LA DESCARGA.....	4
5.1.	Proporción de caudal turbinado, Cqt.....	4
5.2.	Impacto térmico, It.....	4
6.	IMPACTO POR TRASVASOS.....	4
6.1.	Impacto por trasvasos.....	4
6.2.	Número de trasvasos.....	5
6.3.	Longitud relativa por trasvaso, Lr.....	5
7.	IMPACTO POR INFRAESTRUCTURA Y ZONAS DE PRESTAMO.....	5
7.1.	Longitud de vías.....	5
7.2.	Número de puentes.....	5
7.3.	Volúmenes de préstamo de cantera.....	5
7.4.	Volúmenes de préstamo de aluvión.....	5
8.	IMPACTO POR EXCAVACIONES.....	5
8.1.	Volumen de excavación de obras principales.....	5
8.2.	Longitud en túneles.....	6
9.	LINEAS DE TRANSMISION.....	6
9.1.	Longitud de líneas de transmisión.....	6
10.	DEFICIT HIDRICO ABAJO DE LA PRESA.....	6
10.1.	Variabilidad de la precipitación, Vp.....	6
10.2.	Longitud del lecho seco.....	6
11.	ALTERACION DE HABITATS Y MICROCLIMA.....	6
11.1.	Perímetro del embalse.....	6
11.2.	Area del embalse.....	6
12.	CAMBIO DE USO DE LA TIERRA EN EL VASO DEL EMBALSE.....	7
12.1.	Impacto por habitantes desplazados.....	7

12.2. Cambio de uso de área cultural, Cuc.....7

13. EXPECTATIVA CUENCA EFLUENTE.....7

13.1. Densidad de población, Dpe.....7

13.2. Areas culturales, Ac.....7

ANEXO A

INDICES AMBIENTALES PARA LA EVALUACION DE PROYECTOS HIDROELECTRICOS

Revisado el 18 de Octubre de 1988

INTRODUCCION

Para el diagnóstico ambiental del plan expansión de los proyectos hidroeléctricos, se diseñó una matriz de información básica de parámetros de "Oferta" (características ambientales) y de "Demanda" (características de los proyectos). Luego se determinaron algunas relaciones inter-parámetros, denominadas índices ambientales.

La evaluación de los índices permitirá conocer los efectos más relevantes de cada proyecto y además hará posible la comparación entre ellos. Índices altos significan que los efectos ambientales son de mayor magnitud.

1. SEDIMENTACION EN EL EMBALSE

1.1. Tasa de denudación de la cuenca afluyente, Tda.

Para estimar la intensidad de la pérdida de suelo en una cuenca se utiliza el índice de erosión o denudación, expresado como pérdida volumétrica de suelo por km² y por año. Se calcula con el transporte anual de sedimentos en suspensión del río y con el área de la cuenca afluyente, así:

$$Tda = \frac{10^6 * Vol \text{ de sed. (Mm}^3/\text{año)}}{\text{Area de la cuenca (km}^2\text{)}} \quad [\text{m}^3/\text{km}^2\text{-año}]$$

Los aportes son debidos a la erosión de los suelos de la cuenca y a la erosión de cauces propiamente dichos. Como generalmente no se dispone de datos de descarga de fondo, se aproximan los aportes como transporte en suspensión solamente.

1.2. Colmatación del embalse muerto por año, Col

Relaciona la tendencia de colmatación anual del embalse muerto:

$$Col = 1000 * Vol \text{ de sed. (Mm}^3/\text{año)} / Vol. \text{ muerto Mm}^3$$

El factor 1000 se incluye por manejo del orden de magnitud de esta relación, que indica que entre más tiempo tarde en colmatarse el embalse muerto, el embalse tendrá una mayor vida útil. Por eso se invierte esta relación.

1.3. Area susceptible a erosión, Af

Al multiplicar el rango de fluctuación o variación de niveles por el perímetro del embalse, se obtiene un estimativo del área expuesta a erosión y deterioro de taludes.

$$Af = 0.1 * \text{Perímetro (Nivel máximo - Nivel mínimo)} \quad [\text{has}]$$

En condiciones de pendientes suaves esta área expuesta podría permitir el establecimiento de una vegetación ripiaria que aumentaría la productividad primaria del embalse.

2. CALIDAD DEL AGUA AFLUENTE AL EMBALSE

2.1. Vegetación no natural de la cuenca afluyente, Vnn

Indica la cantidad de área (en km^2) que está en proceso de intervención, exponiendo aguas y suelos a ser contaminados por pesticidas, fertilizantes y otros desechos.

$$Vnn = (\% \text{ veg. cultural} + \text{pastizales} + \text{otros usos}) * \text{Area aflu} / 100$$

2.2. Dilución de drenaje urbano, Ddu

Es el potencial del caudal medio afluyente para diluir los desechos producto de las ciudades aledañas al río o afluentes contaminados que tengan influencia sobre el proyecto.

$$Ddu = \text{Población urbana cuenca aflu} [\text{hab}] / \text{Caudal medio} [\text{m}^3/\text{s}]$$

3. CAMBIOS DE CALIDAD DE AGUA EN EL EMBALSE

3.1. Tiempo de residencia medio, Tmed

El tiempo de residencia es la expresión de la duración teórica del recorrido de una partícula en el embalse, desde que ingresa hasta cuando sale. El índice se convierte en tiempo de llenado cuando no hay salidas. Se obtiene al dividir el volumen total del embalse por el caudal afluyente (caudal del río afluyente más trasvasos de otras cuencas).

Se puede expresar en días si V es el volumen total del embalse en Mm^3 , Q_{med} es el caudal medio afluyente y Q_{tr} el total trasvasado (cuando el proyecto considera uno o más trasvasos) en m^3/s .

$$T_{\text{med}} = \frac{11.57 * V}{(Q_{\text{med}} + Q_{\text{tr}})} \quad [\text{días}]$$

Normalmente tiempos de residencia altos indican mayor posibilidad de descomposición (material orgánico suspendido, biomasa

remanente, etc.), produciendo agotamiento de oxígeno, es decir, generan una calidad del agua deficiente y con posibles problemas de corrosión. La situación es más crítica cuando no se hace una buena remoción de la biomasa o cuando la calidad del afluente también es deficiente.

Un tiempo de residencia alto puede favorecer la sedimentación del embalse, porque los sólidos suspendidos tienen menor velocidad de entrada.

Tiempos de residencia altos favorecen mayor posibilidad de desarrollo de comunidades planctónicas y macrofitas.

3.2. Vegetación natural del vaso del embalse, Vnv

Expresa las áreas de vegetación natural y sucesional por adecuar o remover del embalse e indica el grado de intervención humana en que se encuentra el vaso del embalse. Para el cálculo de este índice se supone que no hay adecuación, porque los informes generalmente no presentan esta información.

$$Vnv = (\% \text{ veg. natural} + \text{sucesional}) * \text{Área del vaso} / 100 \quad [\text{has}]$$

3.3. Profundidad media, Zmed

La profundidad es un índice para evaluar la posibilidad de formación de zonas hipolimnéticas en el embalse. A mayor profundidad se espera que existan estratos de pobre circulación y menor posibilidad de oxigenación.

En embalses muy largos o cuyos ríos tienen fuertes pendientes puede existir una drástica diferencia entre la profundidad en el sitio de presa (Zmax) y la profundidad en las colas. Es importante entonces conocer una profundidad media que se calcula a partir del área y del volumen del embalse, así:

$$Zmed = \frac{100 * Vol \text{ (Mm}^3\text{)}}{\text{Área inund. (has)}}$$

3.4. Relación de forma, Rf

La forma de los embalses define unas características hidrodinámicas y un patrón local de los vientos. Normalmente los embalses alargados tienen flujos longitudinales que crean gradientes buenos de renovación. Embalses más redondeados presentan zonas de flujo muerto. Los cuerpos de agua alargados están asociados a cañones, sitios geográficos donde se presentan vientos más fuertes, causando mejor oxigenación y mezcla de la capa superficial.

$$Rf = \text{Ancho máximo} / \text{Longitud máxima}$$

4. IMPACTO POR CONSTRUCCION ABAJO DE LA PRESA

4.1. Tiempo de construcción

Los proyectos que tardan más tiempo de construcción, inciden en los aspectos ambientales de la región, especialmente aguas abajo del sitio de presa. Este índice es un parámetro de la matriz de información de proyectos hidroeléctricos y se expresa en años.

4.2. Deterioro por obras en el río, Dor

Este índice refleja los problemas en los usos del agua por producción de sedimentos que se han presentado durante la construcción abajo de las desviaciones y presa. El factor 100 se incluye por manejo del orden de magnitud de esta relación. En este caso las unidades no tienen significado físico.

$$\text{Dor} = \frac{\text{Excavación obras principales [miles m}^3\text{]}}{\text{Caudal mínimo [m}^3\text{/s]}\cdot 100}$$

5. CAMBIOS EN EL RIO RECEPTOR DE LA DESCARGA

5.1. Proporción de caudal turbinado, Cqt

La relación entre los caudales totales turbinado y el caudal medio natural del río embalsado permite inferir la importancia de procesos de socavación que se puedan presentar en la primera etapa de operación del proyecto.

$$\text{Cqt} = \# \text{ unidades} * \text{Caudal unidad [m}^3\text{/s]}/\text{Caudal medio aflue [m}^3\text{/s]}$$

5.2. Impacto térmico, It

La diferencia de temperatura del agua embalsada y la del cauce receptor tiene influencia en la población piscícola, afectando las migraciones. Como un índice del cambio de temperatura se utiliza la siguiente diferencia de altitudes:

$$\text{It} = \text{Altitud del nivel máximo embalse} - \text{Altitud de descarga [m]}$$

6. IMPACTO POR TRASVASOS

6.1. Impacto por trasvasos

- Una alta proporción de caudales trasvasados implica efectos importantes en otras cuencas debido a la sequía de sus lechos y a efectos indeseables de socavación y sedimentación en los mismos,
- alteración de niveles naturales, interferencia en pasos de vadeo e inundaciones en cuencas receptoras. El índice es igual a la suma de caudales trasvasados.

La calidad del agua embalsada se verá influida por una disminución en los tiempos de residencia media del agua y por los aportes físico-químicos y biológicos de un agua de características diferentes.

6.2. Número de trasvasos

Una mayor cantidad de trasvasos es un indicio de los movimientos de tierra y accesos requeridos por estas obras.

6.3. Longitud relativa por trasvaso, L_r

Este índice es una medida de la eficiencia de conducción de este tipo de obras.

$L_r = \text{Longitud total de trasvasos [km]} / \text{Caudal trasv. total [m}^3/\text{s]}$

7. IMPACTO POR INFRAESTRUCTURA Y ZONAS DE PRESTAMO

7.1. Longitud de vías

La construcción de vías de acceso a las obras y vías de reposición por inundación de las existentes, pueden causar problemas erosivos e intercepción de corrientes. El índice es la longitud total en km de estos dos tipos de vías.

7.2. Número de puentes

En la medida que el proyecto requiera la construcción o sustitución de puentes, da indicio de un mayor impacto en los recursos de suelo y agua.

7.3. Volúmenes de préstamo de cantera

Los volúmenes de zonas de préstamo de cantera producen efectos sobre el suelo, redes de drenaje locales y alteración de niveles freáticos. Los proyectos generalmente requieren grandes movimientos de material en zonas montañosas, alterando ecosistemas existentes.

7.4. Volúmenes de préstamo de aluvión

Los volúmenes de zonas de préstamo de aluvión producen efectos sobre lechos de ríos, con formación de zonas estancadas, afloramiento de material grueso de desecho y deterioro de ecosistemas acuáticos.

8. IMPACTO POR EXCAVACIONES

8.1. Volumen de excavación de obras principales

Este índice considera el deterioro por excavaciones (en miles de

m3) de corte y relleno, apertura de canales, adecuación de zonas para campamentos y talleres, etc., afectando los usos del suelo y agua.

8.2. Longitud en túneles

Durante la construcción de túneles se generan cambios en el nivel freático en el transecto del túnel. También se producen zonas de botadero, causando impacto en el paisaje. El índice se expresa en km.

9. LINEAS DE TRANSMISION

9.1. Longitud de líneas de transmisión

Este índice es necesario considerarlo en los proyectos hidroeléctricos, porque incluye la longitud de líneas nuevas. Los accesos y sitios de torre causan impacto en la vegetación de los corredores e incremento de tasas de erosión.

10. DEFICIT HIDRICO ABAJO DE LA PRESA

10.1. Variabilidad de la precipitación, Vp

Proyectos localizados en zonas climáticas bien diferenciadas (periodos secos y húmedos) tienen impacto en los usos del agua abajo del sitio de presa. Se basa en los datos de precipitación mensual para la cuenca efluente.

$$Vp = (\text{Precip. máxima} - \text{Prec. mínima}) * 100 / \text{Prec. media anual.}$$

10.2. Longitud del lecho seco

Hipotéticamente se define un "lecho seco", como el tramo de río (en metros) desde su sitio de presa hasta la desembocadura de otro río aguas abajo que lo cambie geográficamente de nombre o al mar en algunos casos.

11. ALTERACION DE HABITATS Y MICROCLIMA

11.1. Perímetro del embalse

El índice del perímetro permite inducir la importancia de la interrupción u obstaculización al desplazamiento natural de las comunicaciones humanas y bióticas de la región. Se expresa en kms.

11.2. Area del embalse

Este es un índice para describir los posibles cambios microclimáticos debido a la exposición de una superficie más evaporante que la existente.

12. CAMBIO DE USO DE LA TIERRA EN EL VASO DEL EMBALSE

12.1. Impacto por habitantes desplazados

Embalses con alta densidad de población rural y urbana, requieren por parte del proyecto una reubicación, causando en los nuevos asentamientos fronteras potenciales de colonización.

12.2. Cambio de uso de área cultural, Cuc

Las áreas de embalse que tienen usos agrícolas, tienen un mayor costo además de que generan migraciones de campesinos.

$Cuc [has] = \% \text{ Veget. cultural} * \text{Area del embalse} / 100$

13. EXPECTATIVA CUENCA EFLUENTE

13.1. Densidad de población, Dpe

Durante la construcción y operación de los proyectos, surgen expectativas en la población aguas abajo de la presa. Alta densidad de población significa que se debe dar mayor atención a las demandas y asignación de recursos no previstos. Por otra parte, pueden crearse conflictos ambientales con la comunidad para conseguir el mejoramiento de la calidad de agua efluente, por ejemplo si ésta ya viene deteriorada desde la descarga de la casa de máquinas.

$Dpe = \text{Población cuenca efluente} / \text{área efl.} [hab/km^2]$

13.2. Areas culturales, Ac

Los proyectos afectan las comunidades agropecuarias aguas abajo de los embalses, ya sea en etapas de construcción, llenado y operación. Las áreas de planicie aluvial y vegetación cultural en la cuenca efluente reciben los efectos por las obras aguas arriba.

$Ac [km^2] = (\% \text{ Veget. cultural}) * \text{Area efluente} [km^2] / 100$

ANEXO B.

INDICADORES PROPUESTOS PARA EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES DE CENTRALES TERMoeLECTRICAS DE CARBON

I. DESTRUCCION DE HABITATS

Se estimó la destrucción de hábitats por sustracción de tierras en las diferentes instalaciones y obras asociadas.

1) Area utilizada en instalaciones de planta

Este índice incluye áreas de planta propiamente dicha, áreas en patios de ceniza y carbón, campamentos y zonas de amortiguamiento. Se da en hectáreas.

2) Area utilizada en vías nuevas

La cantidad de tierra utilizada por kilómetro de vía depende ante todo de la topografía y del diseño geométrico. Sin embargo la longitud de vías a construir es un buen estimativo de la importancia de ese efecto. Se expresa en km de vías nuevas.

Se estima que el ancho promedio de la zona deteriorada es de 10 m.

3) Area utilizada en líneas de interconexión eléctrica

Las líneas de interconexión requieren además del corredor de servidumbre gran cantidad de vías y caminos de acceso a sitios de torre, por lo que se considera que un kilómetro de línea es aún más deletéreo que un kilómetro de vía. Se expresa en km de línea.

4) Area utilizada para conducción de agua

En aquellos proyectos que requieren conducción de agua, puede llegar a ser importante el terreno degradado por el paso de la línea de agua. Se expresa en km de conducción.

II APERTURA DE NUEVA MINERIA

Se quiso castigar aquellos proyectos que requieren ampliación de nueva minería, ya que esta actividad es altamente deletérea del ambiente, especialmente aquella que se da a cielo abierto.

5) Volumen de minería nueva y existente

Este índice castiga tres veces más la minería a cielo abierto que la subterránea y dos veces más la minería nueva que la minería preexistente.

$\text{Min equiv} = \text{min} * \text{Manual} * (\text{Mex} + 2 * \text{Mnu}) / 100$ [Mton equiv./año]

Siendo min=3 para minería a cielo abierto
min=1 para minería subterránea

Manual= Requerimiento anual de combustible en Mton/año
Mex= % de explotación en minas ya abiertas
Mnu= % de explotación en minas por abrir

III SUSCEPTIBILIDAD ATMOSFERICA REGIONAL

6. Condiciones de dispersión

Este índice es inverso, por lo que se expresa como el recíproco de las condiciones de dispersión, expresadas en función de la amplitud del valle (Av en km), extensión en la cual el penacho emitido por las chimeneas puede divagar, y la velocidad media del viento (vmed en m/s), como medida de la capacidad de dilución.

Se expresa así: $1 / \text{Av} * \text{vmed}$ [s/km-m]

7. Condición atmosférica antecedente

Cuando un ambiente está previamente contaminado por una instalación, su capacidad de dilución es menor, presentando restricciones a usos posteriores. De ahí la importancia de conocer la contaminación atmosférica preexistente (Caa), ya que es un factor que determina las posibilidades y restricciones del medio.

Caa = ug/m³ de material particulado, promedio anual

La norma de calidad atmosférica es de 100ug/m³ para el nivel del mar, valor que está reducido para otras altitudes. Los proyectos en zonas previamente contaminadas tienen menor factibilidad ambiental, ya que deben asegurar la no transgresión de esta norma.

8. Balance hídrico

Se expresa como la relación entre evapotranspiración (ET) y precipitación media multianual (Pa).

Un mayor valor, indica un clima más árido, con déficit de agua. Este parámetro es adimensional.

9. Lavado por lluvia

La deposición de cenizas causa un descenso en la productividad agrícola y ganadera de las zonas de influencia. El lavado por lluvia es el principal vehículo de remoción y debe ser

considerado como un indicador inverso.

Se propone : $1 / Pa$ [$1 / mm$]

Este parámetro es especialmente crítico en zonas áridas, donde no se cuenta con tal mecanismo de limpieza .

IV SUSCEPTIBILIDAD HIDRICA REGIONAL

La existencia de una termoeléctrica implica un consumo importante de agua y una producción considerable de desechos que deben ser soportados por el medio ambiente hídrico. Para evaluar su susceptibilidad al deterioro se deben considerar la disponibilidad del recurso, el balance hídrico climático, la contaminación hídrica antecedente y la exigencia de calidad de los usos posteriores del recurso.

10. Impacto por lixiviados de cenizas y de carbón.

La existencia de vastas áreas abiertas a la lluvia en patios de cenizas y de carbón, posibilita la formación de lixiviados altamente contaminantes para el recurso hídrico. Se expresa el efecto como la multiplicación entre la precipitación media multianual y el área expuesta a la lluvia, así:

$Pa * (Apc + Apc)$ [$mm \times ha$]

11. Contaminación hídrica antecedente

A mayor carga contaminante preexistente en un río, cabe esperar una menor capacidad de dilución y aceptación de nuevos insultos provenientes de la planta térmica.

Se propone un índice cualitativo para calificar el estado de contaminación, así:

Cha= 3, para recurso altamente contaminado

Cha= 2, para recurso medianamente contaminado

Cha= 1, para recurso poco contaminado

Cha= 0, para recurso muy limpio

12. Usos posteriores del agua

Cada uso del agua tiene unas prioridades diferentes, siendo en su orden de obligatoriedad, el uso doméstico (grado 4), usos pesquero, ganadero y agrícola (grado de prioridad 3) y uso industrial (grado de prioridad 1).

Mientras más prioritario sea el uso posterior del recurso, más importantes serán los impactos por supresión de agua .

13. Población afectada sistema hídrico

Se consideró de importancia evaluar el impacto antrópico directo de la contaminación generada por la central. Se expresa en # de habitantes.

VI IMPACTO ATMOSFERICO POR COMBUSTION

14. Peso total de contaminantes emitidos

Se calcula la emisión particulada teniendo en la cuenta un 10% de cese de operación de los equipos de control. A este valor se le agrega el total del cálculo de azufre quemado en forma de dióxido.

Peso total de contaminantes emitidos = $Q_{par} + Q_{SO_2}$

$$Q_{Par} = Chora * \%A * (0.1 + (0.009 * (100 - ef))) / (100 - \%I) \text{ [ton/h]}$$

con:

Chora = Consumo horario de carbón [ton/h]

%A = porcentaje de cenizas en carbón

ef = porcentaje de eficiencia de los equipos de remoción de material particulado

%I = porcentaje de inquemados de carbón presentes en las cenizas

$$Q_{SO_2} = Chora * \%S / 50 \text{ [ton/h]}$$

15. Altura de chimenea

Los contaminantes atmosféricos remanentes o no removidos por los equipos de recolección son emitidos a la atmósfera por medio de una chimenea. Para evitar un impacto atmosférico importante a nivel del piso, se diseñan chimeneas que dispersen los contaminantes en una amplia zona. Si bien la dispersión dependerá de muchos factores (como temperatura y velocidad de emisión de los gases, velocidad del viento, existencia de protuberancias cercanas que distorsionen el flujo y de la altura de chimenea), vamos a considerar inicialmente, únicamente el beneficio de la altura de la chimenea. Debido a que este parámetro es de implicaciones inversas, el índice se expresará como su recíproco, así:

$$1/h = \text{[1/m]}$$

16. Población afectada sistema atmosférico

Es importante considerar la población afectada dentro del área de influencia de la central. Mientras más poblada sea la zona mayor será el impacto antrópico. Se expresa en # de habitantes.

VII IMPACTO ATMOSFERICO POR EMISIONES FUGITIVAS DE CENIZA

17. Emisiones fugitivas de ceniza

No se tiene un factor de emisión específico para este proceso de transporte, colocación, compactación y erosión de las pilas de ceniza. Sin embargo adaptamos dos factores de emisión de la EPA de los EEUU para manejo de materiales granulares y peletizado de cenizas.

Se considera una emisión total base de 30kg/ton de ceniza expuesta, cantidad que estará aumentada o reducida de acuerdo con las condiciones de viento y de aridez de la zona. Climas secos tienden a ser mucho más polvorientos así como zonas de fuertes vientos. La literatura reporta una influencia directa de la tercera potencia del viento y de la segunda potencia de la relación de aridez.

Se propone el siguiente índice:

$$E_{fcen} = K * 30 * Gas * v_{med}^3 * ET^2 / Pa^2 * (24 * 365) \text{ [kg/h]}$$

con:

K: Constante experimental, se desconoce.

Gas= Generación anual de sólidos en ton/año

v_{med}= Velocidad media del viento en m/s

ET= Evapotranspiración anual en mm

Pa= Precipitación media multianual en mm

Obsérvese que esta fórmula está afectada por un factor aún desconocido que debe haberse experimentalmente, sin embargo nos sirve para comparar las relaciones entre diferentes emisiones de proyectos, aunque haya incertidumbre en los valores precisos. Calcularemos el valor del indicador suponiendo K=1

VIII. IMPACTO VIAL Y ATMOSFERICO POR TRANSPORTE DE CENIZAS Y DE CARBON

18. Requerimiento vial del carbón

El transporte de cientos de miles de toneladas anuales, a través de varios kilómetros, constituye un efecto de gran importancia en la calidad de aire, los pavimentos de las carreteras y en el tráfico vehicular, que debe ser evaluado. Se propone el índice de requerimiento vial del carbón por día, o sea, el producto del tonelaje de carbón promedio diario por el recorrido medio entre yacimientos y planta.

$$\text{Requ. vial del Carbón} = \text{Manual} * dc * 1.000.000 / 365 \quad \text{[tonxkm/día]}$$

con:

Manual = Requerimiento anual de Carbón [Mton/año]

dc = Distancia promedio entre yacimientos y planta
técnica [km]

19. Requerimiento vial de la ceniza

Similarmente al anterior, se propone el siguiente índice para evaluar el impacto del transporte de varios miles de toneladas anuales de ceniza:

Requ. vial de ceniza = Gas * dcen / 365 [ton x km / día]

INTERCONEXION ELECTRICA S.A.

OFICINA AMBIENTAL

DEPARTAMENTO DE PLANEACION Y DESARROLLO ECOLOGICO

PROYECTO DE EXTERNALIDADES

CALIFICACION AMBIENTAL DE LOS PROYECTOS DEL PLAN DE EXPANSION

INFORME FINAL. ETAPA I

MEDELLIN, OCTUBRE DE 1988

CONTENIDO

1. ANTECEDENTES

2. OBJETIVO

3. METODOLOGIA

4. RESULTADOS

5. DISCUSION

6. RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

1. ANTECEDENTES

La complejidad de los proyectos de generación y transmisión de energía exige una planificación minuciosa para satisfacer adecuadamente la demanda de energía eléctrica requerida en el proceso de desarrollo nacional. En el Sector Eléctrico Colombiano (SEC), es Interconexión Eléctrica S.A., ISA, la encargada de preparar para aprobación del gobierno nacional (CONPES) el Plan de Expansión del Sector Eléctrico, plan que se prepara periódicamente y debe revisarse y ajustarse anualmente. El criterio para la elaboración del Plan de Expansión es el de mínimo costo.

En la ejecución de proyectos de generación se empezaron a presentar, a raíz de la nueva conciencia sobre la necesidad de mitigar los impactos socioeconómicos y ambientales, costos considerables que no habían sido tenidos en cuenta en la elaboración del Plan de Expansión.

En 1986 surgió como inquietud del Ministro de Minas y Energía, la idea de internalizar en la evaluación de proyectos del Plan de Expansión todos aquellos costos contemplados hasta el momento como externalidades y comenzar a concebir los proyectos de generación eléctrica como proyectos multipropósito.

Esta idea fue respaldada por el Banco Mundial, quien mostró decidido interés al incluir aspectos ambientales y socioeconómicos como condicionantes en las negociaciones de préstamos.

A partir de 1986, ISA empezó a trabajar en el levantamiento y organización de la información técnica disponible requerida para el desarrollo de metodologías que permitieran en un futuro internalizar estas variables.

Al Departamento de Planeación y Desarrollo Ecológico de ISA se le encomendó la evaluación de las problemáticas ambientales. Se requiere desarrollar una estructura metodológica de evaluación de problemáticas ambientales típicas de estos proyectos, comparándolos por medio de una caracterización de efectos ecológicos.

La metodología compara proyectos entre sí, lo que es nuevo en el Sector Eléctrico. No reemplaza los estudios de impacto ambiental, ni pretende hacer evaluación ambiental completa de los proyectos que se comparan.

La metodología requiere niveles de información determinados. En la actualidad el catálogo de proyectos a comparar debe tener estudios de factibilidad terminada o estar en etapa de diseño para hidroeléctricas y contar con proyectos definidos para las termoeléctricas.

Algunas de las dificultades encontradas en el desarrollo

metodológico están relacionadas con las diferencias sustanciales de carácter técnico que hay entre proyectos hidro y termoeléctricos, así como la diferencia de sus efectos ambientales asociados. Esto dificulta su comparación, razón por la cual se analizaron separadamente.

Otras dificultades están relacionadas con la disponibilidad y la calidad de la información existente. Aunque se supone que el nivel de información de los diferentes proyectos con factibilidad terminada debe ser el mismo, en la práctica esto no sucede. Los estudios se han realizado con criterios diferentes, por consultores distintos y en épocas diversas. Algunos estudios se efectuaron hace tanto tiempo que están desactualizados porque las condiciones del medio han cambiado o porque a la fecha han sufrido modificaciones en su diseño técnico.

En cuanto a la valoración económica de los daños ambientales, debe decirse que los únicos costos que pueden considerarse en la actualidad son los de aquellos programas de manejo, más o menos estructurados, que posee una pequeña fracción de los proyectos estudiados. Sin embargo, esto dista mucho de ser la verdadera valoración del daño ambiental, el cual debería ponderar la importancia, permanencia, reversibilidad y mitigabilidad de cada efecto.

Ubicados en este contexto y teniendo en cuenta las limitaciones antes anotadas, presentamos la metodología, los resultados y la discusión del trabajo adelantado hasta el momento. Este informe debe verse como los primeros pasos dados en un proceso de desarrollo metodológico, aún preliminar y que debe seguir perfeccionándose.

2. OBJETIVOS

Comparar ambientalmente y separadamente los proyectos hidro y termoeléctricos del catálogo de proyectos para recomendar la selección de los menos deletéreos desde el punto de vista ambiental.

3. METODOLOGIA

Para los casos de hidroeléctricas y termoeléctricas se diseñaron sendas matrices de información que permitieran establecer las variables de evaluación. Estas bases de datos constan de parámetros de "Identificación" (12 para hidroeléctricas y 11 para termoeléctricas), parámetros de "Oferta Ambiental" (37 para hidroeléctricas y 32 para termoeléctricas) y parámetros de

"Demanda Ambiental" (65 para hidroeléctricas y 78 para termoeléctricas).

Los parámetros de oferta ambiental pretenden definir las restricciones y posibilidades del medio en el cual se va a desarrollar el proyecto, dando la medida de la susceptibilidad del ecosistema. Los parámetros de demanda ambiental buscan definir las exigencias que el proyecto impone, por las acciones tecnológicas que implican su construcción y operación, sobre el medio natural. La comparación entre oferta y demanda ambientales permitirá calificar el impacto ambiental del proyecto en una zona específica.

Se partió de una lista de "Efectos" o "Aspectos Ambientales Típicos" asociados a proyectos hidro y termoeléctricos (13 para hidroeléctricos y 8 para termoeléctricos), los cuales se evidenciaron a través de parámetros o relaciones interparámetros denominados "Indicadores Ambientales". Se diseñaron de tal forma que un alto valor indica siempre un mayor efecto ambiental deletéreo esperado.

Es preciso recalcar sin embargo que algunos efectos o aspectos importantes no pudieron evaluarse por carecer de la información necesaria que permitiera evaluar los índices que los expresaban.

Se procedió entonces a calcular la totalidad de los índices (31 para hidroeléctricas y 18 para termoeléctricas).

Se sabe que los efectos ambientales evaluados tienen importancias variables según las zonas geográficas, los usos actuales y futuros de los recursos afectados, la posibilidad o no de mitigación y control, la permanencia espaciotemporal y multitud de otras variables. Sin embargo, en el estadio de este trabajo no se han establecido los elementos de juicio para ponderar, en cada caso específico, la importancia o peso que se debe dar a cada indicador ambiental en la evaluación. Por esta razón se le dió el mismo peso a todos los indicadores que fué posible calcular y con base en ellos se procedió a la calificación de los proyectos.

Debido a que cada indicador está expresado en unidades propias, no comparables con las unidades de otros indicadores, se procedió a homologarlos o escalarlos con respecto al rango de variación entre los proyectos, así:

Se igualó a cero el menor valor y a diez el mayor valor del índice y se recalcularon los valores intermedios según esa escala. Los valores altos implican mayor efecto ambiental por ese concepto.

Una vez obtenidos los índices escalados u homologados, se pudo hacer una sumatoria de todos los indicadores, obteniéndose el puntaje o calificación final de los proyectos. Los proyectos hidroeléctricos y térmicos que tengan un mayor puntaje encabezan la lista de resultados, calificándose como menos deseables desde el punto de vista ambiental.

4. RESULTADOS

La Tabla 1a presenta las matrices de información básica para 27 proyectos hidroeléctricos y la 1b para 16 termoeléctricos.

Las Tablas 2a y 2b muestran los resultados del cálculo de los indicadores ambientales en sus unidades originales y en unidades homologadas o escaladas, para proyectos hidroeléctricos y termoeléctricos respectivamente.

4.1 CALIFICACION AMBIENTAL DE PROYECTOS HIDROELECTRICOS

A continuación se hace una calificación individual de cada uno de los 9 proyectos hidroeléctricos considerados en el próximo plan de expansión. Se ha incluido el efecto más importante para cada proyecto. Esto no quiere decir que no se puedan presentar otros problemas ambientales.

Al calificar cada proyecto se define como efecto primario aquel en el que el proyecto obtuvo el valor de efecto más alto, en relación con el conjunto de los 9 proyectos. El efecto es secundario cuando el proyecto ocupa cualquier lugar entre los 9 considerados, distinto del primero.

Los proyectos jerarquizados con sus respectivos puntajes son:

1	PATIA 1	64.81
2	NECHI A	62.06
3	CALIMA 3	58.56
4	PORCE 3	53.59
5	URRA 1	52.75
6	MIEL 2	46.99
7	PORCE 2	43.43
8	FONCE	38.15
9	MIEL 1	31.80

En la tabla 3a se observa el ordenamiento de los efectos ambientales según el lugar que ocupan entre los 9 proyectos. Los principales efectos detectados en cada uno de los proyectos calificados son:

1) PATIA 1

- Primarios
Sedimentación en el embalse
Líneas de transmisión y accesos
Alteración de habitats y microclima

2) NECHI A

- Primario
Cambios de calidad de agua en el embalse
Déficit hídrico abajo de la presa

3) CALIMA III

- Primario
Impacto por trasvasos
Impacto por construcción abajo de la presa

4) PORCE III

- Primario
Impacto por excavaciones

5) URRRA I

- Primario
Cambio en el uso del suelo en el vaso del embalse
Expectativa en la cuenca efluente
Infraestructura y zonas de préstamo

6) MIEL II

- Primario
Cambios en el río receptor de la descarga

7) PORCE II

- Primario
Calidad del agua afluente al embalse

8) FONCE

- Secundarios
Expectativa en la cuenca efluente
Impacto por excavaciones

- 9) MIEL I
 - Secundario
 Impacto por trasvaso

4.2 CALIFICACION AMBIENTAL DE PROYECTOS TERMOELECTRICOS DE CARBON

A continuación se presentan los proyectos termoeléctricos calificados de mayor a menor daño ambiental, según los puntajes obtenidos:

1.	La Loma	2x250	(65.14 puntos)
2.	Paipa	1x150	(64.58 puntos)
3.	Portete	2x250	(62.84 puntos)
4.	Zipa 6	1x150	(55.60 puntos)
5.	Portete	1x300	(52.72 puntos)
6.	San Jorge	2x250	(50.05 puntos)
7.	Cartagena 4b	1x150	(46.56 puntos)
8.	Tibita	2x300	(39.58 puntos)
9.	Cartagena 4a	1x150	(38.16 puntos)
10.	San Jorge	1x250	(31.37 puntos)
11.	Tibita	1x300	(30.34 puntos)
12.	Tibita	1x150	(24.51 puntos)
13.	San Jorge	1x150	(23.20 puntos)
14.	Amagá	2x150	(18.62 puntos)
15.	Amagá	1x300	(18.50 puntos)
16.	Amagá	1x150	(15.42 puntos)

En la tabla 3b se hace una ordenación de efectos ambientales. El valor 1 significa que el efecto mostró su valor más alto para el proyecto en el que aparezca; el valor de 16 indica que mostró el menor valor.

A continuación se hará un recuento de los efectos o aspectos ambientales que recibieron alto puntaje (mal puntaje ambiental), según el escalamiento interproyectos, para cada térmica del plan de expansión. El número que aparece entre paréntesis indica el puesto que obtuvo en la ordenación de los proyectos. 1 el más malo, 2 el segundo en desventaja.

- 1) LA LOMA (2x250). Puntaje obtenido: 65.14

(1) Importante destrucción de hábitats debida a líneas de interconexión.

.(1) Importante impacto de contaminación hídrica por tener altos niveles de contaminación preexistente, bajos niveles de caudales de estiaje (Río Cesar) y por la importancia de los usos posteriores del recurso.

.(2) Alto volumen de minería a cielo abierto

2) PAIPA IV (1x150). Puntaje obtenido: 64.58

.(1) Alto impacto atmosférico por combustión. La chimenea de 90 m de altura, la más baja planteada entre todos los proyectos, implica mayor posibilidad de impactos atmosféricos en tierra. Máxima población afectada en el medio atmosférico.

.(2) Usos posteriores del agua. El uso del río Chicamocha para acueducto y para riego, aguas abajo de la planta, limita posibilidades del uso industrial del agua y del vertimiento de desechos.

.(2) La aridez de la zona unida a vientos medios, implica alta contaminación por emisiones fugitivas de ceniza.

.(3) Balance hídrico denota aridez, indicando importante susceptibilidad atmosférica regional.

.(3) Alta contaminación antecedente hídrica y atmosférica es fuerte limitante para nuevos desarrollos.

3) PORTETE (2x250). Puntaje obtenido: 62.84

.(1) Susceptibilidad Atmosférica regional debida al balance hídrico tan desfavorable y al pobre mecanismo de limpieza de la lluvia

.(1) Emisiones fugitivas de ceniza muy importantes por la aridez de la zona unida a los vientos fuertes.

.(2) Destrucción de hábitats por líneas de interconexión

.(2) Altos requerimientos ambientales en la explotación y el transporte del carbón

4) ZIPA VI (1x150). Puntaje obtenido: 55.60

- . (1) Usos posteriores del agua. Contaminación apreciable del río Bogotá y su uso posterior (2 km aguas abajo) para importante acueducto de la Capital, limitan posibilidades ambientales de la ampliación de la térmica actual. Máxima población afectada en el medio hídrico.
- . (2) Alta contaminación atmosférica antecedente limita fuertemente posibilidades de la térmica, ya que la zona presenta alta susceptibilidad atmosférica.
- . (3) Impacto atmosférico por combustión. La cercanía de Tocancipá, Sopó y Zipaquirá implican alta población en área de influencia de la central.

5) PORTETE (1x300). Puntaje obtenido: 52.72

- . (1) Susceptibilidad atmosférica regional evidenciada en alto índice de aridez y pobre mecanismo de limpieza de la lluvia.
- . (3) Destrucción de hábitats por líneas de interconexión.
- . (3) La aridez de la zona, unida a vientos persistentes implica alto impacto por la disposición de las cenizas.

6) SAN JORGE (2x250). Puntaje obtenido: 50.05

- . (1) Alto impacto ambiental de la minería (carbones de calidad inferior en explotaciones a cielo abierto).
- . (2) Alto impacto atmosférico por el proceso de combustión
- . (2) Alto requerimiento vial de la disposición final de la ceniza

7) CARTAGENA IV b (1x150). Puntaje obtenido: 46.56

- . (1) Alto requerimiento vial del carbón genera contaminación y tráfico vehicular deletéreos ambientalmente.

- . (3) La alta contaminación hídrica preexistente de la Bahía de Cartagena, limita posibilidades de nuevos desarrollos. Sobre todo impacto térmico que deteriora manglares.

- . Destrucción de isla en manglar a utilizar como patio de carbón.

- . Alta contaminación atmosférica preexistente

8) TIBITA (2x300). Puntaje obtenido: 39.58

- . Considerable susceptibilidad atmosférica regional

- . Impacto por combustión de mediana importancia.

- . El limitado recurso hídrico del río Tibita en época de estiaje plantea incertidumbre sobre impactos a usos agrícolas del agua en zona inmediata muy seca.

No se observa efecto drástico alguno, el puntaje está repartido en muchos indicadores, ninguno de ellos extremo.

9) CARTAGENA IV a (1x150). Puntaje obtenido: 38.16

- . (3) Alto requerimiento vial del carbón genera contaminación y tráfico vehicular deletéreos ambientalmente.

- . (3) Contaminación hídrica preexistente de la bahía limita posibilidades de desarrollos futuros.

- . Destrucción de isla de manglar para patios de carbón

- . Contaminación atmosférica preexistente limita posibilidades de la térmica.

No se observa efecto drástico alguno; el puntaje está repartido en muchos indicadores, ninguno de ellos extremo.

10) SAN JORGE (1x250) Puntaje obtenido: 31.37

- . (3) Impacto minero de importancia, al requerirse apreciables cantidades de carbón de baja capacidad calórica en yacimientos a cielo abierto.

No se observa efecto drástico alguno; el puntaje está repartido en muchos indicadores, ninguno de ellos extremo.

11) TIBITA (1x300). Puntaje obtenido: 30.34

- Destrucción de hábitats para instalaciones de planta, nuevas vías requeridas y líneas de interconexión.

- Cierta susceptibilidad atmosférica regional evidenciada en regular mecanismo de limpieza de la lluvia y en regulares condiciones de dispersión

No se observa efecto drástico alguno; el puntaje está repartido en muchos indicadores, ninguno de ellos extremo.

12) TIBITA (1x150). Puntaje obtenido: 24.51

- Cierta susceptibilidad atmosférica regional impuesta por regular mecanismo de lavado de la lluvia y regulares condiciones de dispersión.

No se observa efecto drástico alguno; el puntaje está repartido en muchos indicadores, ninguno de ellos extremo.

13) San Jorge (1x150). Puntaje obtenido: 23.2

- Regulares condiciones de dispersión atmosférica

- Incertidumbres al impacto térmico en el río San Pedro en época de estiaje.

14 y 15) AMAGA (1x300) y (2x150). Puntajes obtenidos: 18.5 y 18.62 respectivamente.

- Considerable extensión de nuevas vías

- Regulares condiciones de dispersión

No se observa efecto drástico alguno; el puntaje está repartido en muchos indicadores, ninguno de ellos extremo.

16) AMAGA (1x150). Puntaje obtenido: 15.42

Considerable extensión de nuevas vías

Regulares condiciones de dispersión

No se observa efecto drástico alguno; el puntaje está repartido en muchos indicadores, ninguno de ellos extremo.

5. DISCUSION

5.1 PROYECTOS HIDROELECTRICOS

PATIA I

Este proyecto tiene como problemática principal la colmatación de 4% del embalse muerto por año, debido a una tasa de denudación de 3000 m³/km² - año. Este proyecto requiere la reconstrucción de un tramo de Carretera Panamericana, además de la construcción de líneas en longitudes relativamente largas por estar distanciado del sistema interconectado nacional.

La creación de un embalse de 83 km de longitud en un clima muy seco producirá además cambios microclimáticos, es decir procesos de enfriamiento de masas de aire que pueden afectar la vegetación y agricultura local.

NECHI A

Se crea un tramo de caudal disminuído, aproximadamente de 110 km hasta la desembocadura al río Cauca, debido a la desviación total del río Nechí. Se generan problemas por incremento de la explotación minera aguas abajo de la presa. El proyecto también incluye trasvasos, con las consecuencias anotadas para este efecto en el proyecto Calima III.

CALIMA III

Este proyecto está considerado con 8 trasvasos de otras cuencas de la región, causando impacto por:

- Déficit de agua en 8 cuencas, reduciendo la fertilidad de las planicies aluviales de las mismas. Por otra parte se puede perder la potencialidad del uso del agua.

Por el impacto de la construcción aguas abajo de la presa se tiene:

Agradación en el lecho aguas abajo y disminución de la calidad del agua debido al incremento de sedimentos producto de la construcción.

PORCE III

Las excavaciones para las obras principales, incluyendo 14 Km de túneles, causan problemas erosivos de gran magnitud.

La excavación de túneles, carreteras de acceso y obras principales, también crean problemas de calidad de aguas en los sitios de las obras e inducen a la colonización.

URRA I

Influye principalmente en los usos aguas abajo, durante el tiempo de llenado (57 días) y operación del proyecto, para sostener la actividad económica de la región. Se esperan cambios en el uso del suelo y calidad del agua del embalse. Así mismo en la dinámica natural del río Sinú y de las ciénagas.

MIEL II

Se crea un déficit de agua en una longitud de 18.4 km, abajo de la presa, afectando los usos actuales y potenciales de la región.

PORCE II

Tiene problemáticas en la calidad del agua por la cercanía aguas arriba de poblaciones mayores.

FONCE

Se crean expectativas en la cuenca efluente por la disminución del caudal del río Fonce.

MIEL I

Se esperan efectos en la planicie por el trasvaso de 20 m³/s del río Gurinó.

5.2 TERMICAS

- a) En general, puede afirmarse que las térmicas de la costa tienen peor calificación ambiental que las térmicas del interior, debido principalmente a la alta susceptibilidad hídrica y atmosférica impuesta por climas excesivamente secos, con pocas posibilidades de soportar los insultos ambientales que implican las térmicas y creando competencia entre el uso industrial del agua frente a usos tan prioritarios como el doméstico y el agrícola (baja oferta ambiental).

Adicionalmente, la mayor parte de las térmicas de la Costa son grandes, entre 500 y 600 MW, imponiendo un mayor estrés al medio ambiente (alta demanda ambiental). De ahí que Cartagena IV a y IV b, con modestos 150 MW, estén relativamente mejor calificadas que las demás de la región, a pesar de estar localizadas en una zona de hecho bastante deteriorada.

Otra característica que implica una peor calificación de las térmicas de la Costa, es que se apoyan en minería a cielo abierto, mucho más deletérea que la subterránea del interior del país.

- b) Las térmicas planteadas que son una ampliación de instalaciones existentes (Termozipa VI, Termopaipa IV y Termoartagena IV), son proyectos que presentan una menor opción ambiental que otros proyectos de igual capacidad (Amagá 1x150, San Jorge 1x150 y Tibita 1x150), debido a que se encuentran en medios previamente contaminados, presentando baja oferta ambiental. Adicionalmente, son proyectos con algunos problemas de impactos ambientales aún en vías de solución o lo que es peor, mal resueltos, implicando la transgresión de normas ambientales vigentes.
- c) La buena calificación de Amagá 1x150 (15.42) se debe a una aceptable oferta ambiental unida a una modesta demanda ambiental impuesta por el proyecto. Esto, a pesar de tener un carbón de bajo poder calorífico, moderado contenido de cenizas, pero bajo contenido de azufre.
- d) Tibita 1x150 y San Jorge 1x150 presentan muy buenos puntajes, reflejo de su localización en zonas relativamente

despobladas y sin contaminación preexistente, unido a una modesta exigencia ambiental de los proyectos.

6. RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

6.1 HIDROELECTRICAS

Partiendo de la hipótesis de que todos los proyectos de generación de energía causan algún daño ambiental y de que ese deterioro se puede presentar en diferentes escenarios de generación de energía, se muestran los proyectos calificados ambientalmente, dentro de estos escenarios. Véase cuadro 1.

Del cuadro se desprenden las siguientes conclusiones y recomendaciones:

1. Desde el punto de vista ambiental, el orden de elegibilidad debe favorecer proyectos con poco puntaje (asociados a bajo daño ambiental) . Proyectos con alto puntaje ambiental (asociado a alto daño ambiental) y de baja generación de energía deben ser última opción.
2. Los proyectos más recomendables ambientalmente, por tener bajo puntaje en la comparación ambiental, son Fonce y Porce 2 dentro de categoría de media energía y Miel 1 dentro de categoría de baja energía.
3. En segundo rango de elegibilidad están los proyectos Porce 3, Urra 1 y Miel 2. Desde el punto de vista ambiental, igualmente recomendables. El primero clasificado como de alta energía y los dos últimos como de energía baja y media.

Los proyectos Porce 2 y 3 tienen problemas de calidad de aguas, situación que afecta más las estructuras físicas de sus instalaciones que el ambiente mismo, por tratarse de un sistema hídrico altamente degradado.
4. Los proyectos Nechi A, Patía 1 y Calima III, tienen alta calificación ambiental y por consiguiente son los proyectos menos recomendables desde ese punto de vista. Calima III tiene una clasificación de baja energía, con respecto al cuadro y a los otros proyectos.

CUADRO 1
 CALIFICACION AMBIENTAL vs. ENERGIA MEDIA
 PROYECTOS HIDROELECTRICOS MAS OPCIONADOS

Energía (GWh/año) Calificación Ambiental (puntos)	BAJA menos de 2000	MEDIA 2000 a 4000	ALTA más de 4000
ALTA Mayor de 55	CALIMA III		PATIA 1 NECHI A
MEDIA 45 a 55	URRA 1	MIEL 2	PORCE 3
BAJA Menor de 45	MIEL 1	PORCE 2 FONCE	

6.2 TERMOELECTRICAS

En el cuadro 2 se sitúan los proyectos térmicos estudiados en el marco de referencia de su calificación ambiental y de su energía. Este arreglo permite sectorizar el universo de proyectos en nueve categorías.

Del cuadro se concluye lo siguiente:

1. No se cuenta con proyectos de Alta Energía y Bajo Impacto Ambiental.
2. La Primera Opción está conformada por Proyectos de Bajo Impacto Ambiental y de Mediana a baja Energías:

AMAGA (1x150)
 AMAGA (1x300)
 AMAGA (2x150)

SAN JORGE (1X150)
TIBITA (1X150)

CUADRO 2
CALIFICACION AMBIENTAL vs. ENERGIA
CATALOGO DE PROYECTOS TERMOELECTRICOS

Energía (GWh/año) Calificación Ambiental (puntos)	BAJA 790	MEDIA 1316 a 1580	ALTA 2633 a 3160
ALTA mas de 45	PAIPA IV ZIPA VI CTGN 4b	PORTETE (1x300)	LA LOMA (2x250) S JORGE (2x250) PORTETE (2x250)
MEDIA 30 a 45	CTGN 4a	S JORGE (1X250) TIBITA (1X300)	TIBITA (2X300)
BAJA menos de 30	AMAGA 1x150 TIBITA (1X150) S JORGE (1X150)	AMAGA (1X300) AMAGA (2X150)	

3. La segunda opción está conformada por proyectos de mediano daño ambiental y de mediana y alta energía:

TIBITA (2x300)
TIBITA (1x300)
SAN JORGE (1x250).

5. Por su considerable impacto y su baja energía, no se recomienda la opción de Cartagena IV b. La creciente contaminación de la Bahía de Cartagena plantea una grave restricción a nuevos desarrollos industriales.

6. Por su alto impacto, no se recomiendan:

LA LOMA	(2x250)
SAN JORGE	(2x250)
PORTETE	(2x250)
PORTETE	(1x300)
PAIPA IV	(1x150)
ZIPA VI	(1x150)
CARTAGENA 4b	(1x150)

Las térmicas de PAIPA 4, ZIPA 6 y CARTAGENA 4b son las menos elegibles por presentar la desfavorable conjunción de alto impacto ambiental y baja energía. En la actualidad las tres plantas están transgrediendo reglamentaciones ambientales y no es recomendable ampliar su capacidad. Adicionalmente, la reglamentación ambiental vigente exige que al hacer una ampliación, las plantas deben resolver conjuntamente los problemas ambientales previos y acarreados por la ampliación en forma unificada, situación que exigiría tales costos y dificultades en la tecnología de descontaminación que la aparente ventaja de las infraestructuras preexistentes se transforma en desventaja por la inversión que implica en los mencionados sistemas de descontaminación.

ANEXO B
INDICADORES PROPUESTOS PARA EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES
DE CENTRALES TERMoeLECTRICAS DE CARBON

I. DESTRUCCION DE HABITATS

Se estimó la destrucción de hábitats por sustracción de tierras en las diferentes instalaciones y obras asociadas. Se calcula de los índices 1.1 a 1.4 y se da en has.

1.1) Area utilizada en instalaciones de planta

Este índice incluye áreas de planta propiamente dicha, áreas en patios de ceniza y carbón, campamentos y zonas de amortiguamiento. Se da en hectáreas.

1.2) Area utilizada en vías nuevas

La cantidad de tierra utilizada por kilómetro de vía depende ante todo de la topografía y del diseño geométrico. Sin embargo la longitud de vías a construir es un buen estimativo de la importancia de ese efecto. Se expresa en km de vías nuevas.

Se estima que el ancho promedio de la zona deteriorada es de 10 m.

1.3) Area utilizada en líneas de interconexión eléctrica

Las líneas de interconexión requieren además del corredor de servidumbre gran cantidad de vías y caminos de acceso a sitios de torre, por lo que se considera que un kilómetro de línea es aún más deletéreo que un kilómetro de vía; estimando en 15 m la zona de deterioro por km de línea.

El índice se expresa en km de línea.

1.4) Area utilizada para conducción de agua

En aquellos proyectos que requieren conducción de agua, puede llegar a ser importante el terreno degradado por el paso de la línea de agua. Se estima en 2 m la franja necesaria para la conducción.

El índice se expresa en km de conducción.

II APERTURA DE NUEVA MINERIA

Se quiso castigar aquellos proyectos que requieren ampliación de nueva minería, ya que esta actividad es altamente deletérea del ambiente, especialmente aquella que se da a cielo abierto.

2) Volumen de minería nueva y existente

Este índice castiga tres veces más la minería a cielo abierto que la subterránea y dos veces más la minería nueva que la minería preexistente.

$\text{Min equiv} = \text{min} * \text{Manual} * (\text{Mex} + 2 * \text{Mnu}) / 100$ [Mton equiv./año]

Siendo min=3 para minería a cielo abierto
min=1 para minería subterránea

Manual= Requerimiento anual de combustible en Mton/año

Mex= % de explotación en minas ya abiertas

Mnu= % de explotación en minas por abrir

III SUSCEPTIBILIDAD ATMOSFERICA REGIONAL

3. Condiciones de dispersión

Este índice es inverso, por lo que se expresa como el recíproco de las condiciones de dispersión, expresadas en función de la amplitud del valle (Av en km), extensión en la cual el penacho emitido por las chimeneas puede divagar, y la velocidad media del viento (vmed en m/s), como medida de la capacidad de dilución.

Se expresa así: $1 / \text{Av} * \text{vmed}$ [s/km-m]

4. Contaminación atmosférica antecedente

Cuando un ambiente está previamente contaminado por una instalación, su capacidad de dilución es menor, presentando restricciones a usos posteriores. De ahí la importancia de conocer la contaminación atmosférica preexistente (Caa), ya que es un factor que determina las posibilidades y restricciones del medio.

Caa = ug/m³ de material particulado, promedio anual

La norma de calidad atmosférica es de 100ug/m³ para el nivel del mar, valor que está reducido para otras altitudes. Los proyectos en zonas previamente contaminadas tienen menor factibilidad ambiental, ya que deben asegurar la no transgresión de esta norma.

5. Balance hídrico

La contaminación atmosférica ocasiona pérdida de la productividad agrícola, especialmente en zonas de déficit de agua. Por lo tanto se consideró el balance hídrico como una variable que entra a determinar la susceptibilidad atmosférica regional.

Se expresa como la relación entre evapotranspiración (ET) y precipitación media multianual (Pa).

Un mayor valor, indica un clima más árido, con déficit de agua. Este parámetro es adimensional.

6. Lavado por lluvia

La deposición de cenizas causa un descenso en la productividad agrícola y ganadera de las zonas de influencia. El lavado por lluvia es el principal vehículo de remoción y debe ser considerado como un indicador inverso.

Se propone : $1 / Pa$ [$1 / mm$]

Este parámetro es especialmente crítico en zonas áridas, donde no se cuenta con tal mecanismo de limpieza .

IV SUSCEPTIBILIDAD HIDRICA REGIONAL

La existencia de una termoeléctrica implica un consumo importante de agua y una producción considerable de desechos que deben ser soportados por el medio ambiente hídrico. Para evaluar su susceptibilidad al deterioro se deben considerar la disponibilidad del recurso, el balance hídrico climático, la contaminación hídrica antecedente y la exigencia de calidad de los usos posteriores del recurso.

7. Impacto por lixiviados de cenizas y de carbón.

La existencia de vastas áreas abiertas a la lluvia en patios de cenizas y de carbón, posibilita la formación de lixiviados altamente contaminantes para el recurso hídrico. Se expresa el efecto como la multiplicación entre la precipitación media multianual y el área expuesta a la lluvia, disueltos en el caudal de estiaje del río receptor, así:

$Pa * (A_{pcent} + A_{pc}) / Q_{est}$ [$mm \times ha / m^3-s$]

8. Contaminación hídrica antecedente. A mayor carga contaminante preexistente en un río, cabe esperar una menor capacidad de dilución y aceptación de nuevos insultos provenientes de la planta térmica.

Se propone un índice cualitativo para calificar el estado de contaminación, así:

- Cha= 3, para recurso altamente contaminado
- Cha= 2, para recurso medianamente contaminado
- Cha= 1, para recurso poco contaminado
- Cha= 0, para recurso muy limpio

10. Usos posteriores del agua

Cada uso del agua tiene unas prioridades diferentes, siendo en su orden de obligatoriedad y exigencia de calidad, el uso doméstico (grado 4), usos pesquero, ganadero y agrícola (grado de prioridad 3) y uso industrial (grado de prioridad 1). Mientras más prioritario sea el uso posterior del recurso, más importantes serán los impactos por supresión o contaminación de agua .

11. Población afectada sistema hídrico

Se consideró de importancia evaluar el impacto antrópico directo de la contaminación generada por la central. Se expresa en # de habitantes.

VI IMPACTO ATMOSFERICO POR COMBUSTION

14. Simulación impacto en tierra.

Además de las condiciones de turbulencia térmica de la atmósfera, los factores que definen la magnitud del impacto atmosférico de los penachos de las chimeneas, son:

Peso total de contaminantes emitidos, Altura de chimenea y velocidad del viento.

Los contaminantes atmosféricos remanentes o no removidos por los equipos de recolección son emitidos a la atmósfera por medio de chimeneas. Para evitar un impacto atmosférico importante a nivel del piso, se diseñan chimeneas que dispersen los contaminantes en una amplia zona. Si bien la dispersión dependerá de muchos factores (como temperatura y velocidad de emisión de los gases, velocidad del viento, existencia de protuberancias cercanas que distorsionen el flujo y de la altura de chimenea), vamos a considerar inicialmente, únicamente efecto del peso total de contaminantesemitidos, la altura de la chimenea y la velocidad del viento. Se utilizó el modelo gaussiano de Pasquill-Guifford.

$$\text{Conc } (x, 0, 0; H) = (K/U) * Q_{\text{tot}} * e^{-1/2(H/\sigma_z)^2}$$

Con:

K= constante experimental

Qtot= gr/seg

H = altura de emisión = altura de chimenea + alzada del penacho

σ_z = dimensión del penacho, en ciertas condiciones de estabilidad atmosférica y a la distancia crítica x
(Se utilizó categoría de estabilidad Atmosférica D o neutral)

X = Punto de máximo impacto en tierra

U = velocidad del viento

15. Población afectada sistema atmosférico

Es importante considerar la población afectada dentro del área de influencia de la central. Mientras más poblada sea la zona mayor será el impacto antrópico. Se expresa en # de habitantes.

VII IMPACTO ATMOSFERICO POR EMISIONES FUGITIVAS DE CENIZA

16. Emisiones fugitivas de ceniza

No se tiene un factor de emisión específico para este proceso de transporte, colocación, compactación y erosión de las pilas de ceniza. Sin embargo adaptamos dos factores de emisión de la EPA de los EEUU para manejo de materiales granulares y peletizado de cenizas.

Se considera una emisión total base de 30kg/ton de ceniza expuesta, cantidad que estará aumentada o reducida de acuerdo con las condiciones de viento y de aridez de la zona. Climas secos tienden a ser mucho más polvorientos así como zonas de fuertes vientos. La literatura reporta una influencia directa de la tercera potencia del viento y de la segunda potencia de la relación de aridez.

Se propone el siguiente índice:

$$E_{fcen} = K * 30 * Gas * v_{med}^3 * ET^2 / Pa^2 * (24 * 365) \text{ [kg/h]}$$

con:

K: Constante experimental, se desconoce.

Gas= Generación anual de sólidos en ton/año

vmed= Velocidad media del viento en m/s

ET= Evapotranspiración anual en mm

Pa= Precipitación media multianual en mm

Obsérvese que esta fórmula está afectada por un factor aún desconocido que debe hallarse experimentalmente, sin embargo nos sirve para comparar las relaciones entre diferentes emisiones de proyectos, aunque haya incertidumbre en los valores precisos. Calcularemos el valor del indicador suponiendo $K=1$

VIII. IMPACTO VIAL Y ATMOSFERICO POR TRANSPORTE DE CENIZAS Y DE CARBON

17. Requerimiento vial del carbón

El transporte de cientos de miles de toneladas anuales, a través de varios kilómetros, constituye un efecto de gran importancia en la calidad de aire, los pavimentos de las carreteras y en el tráfico vehicular, que debe ser evaluado. Se propone el índice de requerimiento vial del carbón por día, o sea, el producto del tonelaje de carbón promedio diario por el recorrido medio entre yacimientos y planta.

Requ. vial del Carbón = Manual * dc*1.000.000/365 [tonxkm/día]

con:

Manual = Requerimiento anual de Crbón [Mton/año]

dc = Distancia promedio entre yacimientos y planta
térmica [km]

18. Requerimiento vial de la ceniza

Similarmente al anterior, se propone el siguiente índice para evaluar el impacto del transporte de varios miles de toneladas anuales de ceniza:

Requ. vial de ceniza = Gas * dcen / 365 [ton x km / día]

T A B L A
1 a

PROGRAMA DE EXTERNALIDADES AMBIENTALES
 MATRIZ DE INFORMACION BASICA. CATALOGO DE PROYECTOS PAR
 Dpto. Investigación y Planeamiento Ambiental
 30.08.88

#	PARAMETRO I	Cañafisto	La Miel I	La Miel II	Riachón-Suribios	Urra I	Urra II	Quetane
2.5	POBLACION I							
2.5.1	Cuenca afluentes: Centros poblados I	26	4	4	1	6	1	7
2.5.2	Población Rural I	550	29	29	2	3.65	0.5	53.867
2.5.3	Población Urbana I	450	115	115	7	0	0	15.193
2.5.4	Cuenca efluente: Centros poblados I	11	3	2	0	13	13	2
2.5.5	Población Rural I	55	4.5	13	0.8	303.6	303.6	8
2.5.6	Población Urbana I	220	18.3	40	0	294.7	294.7	2
3	DEMANDA AMBIENTAL							
3.1	EMBALSE I							
3.1.3	Altitud (nivel máx inundación) I	583	445	1045	1502	128.5	267.5	1428
3.1.2	Nivel mín de operación I	563	415	1000	1473	107	240	1365
3.1.3	Area inundada (vaso) I	8500	1220	235	424	7400	68700	895
3.1.4	Volumen total I	3430	565	114.5	98.7	1740	34300	450
3.1.5	Volumen útil I	1426	290	75.3	93	1125	17100	360
3.1.6	Longitud máxima I	90	22	4.2	9	30	40	15.7
3.1.7	Anchura máxima I	1.5	0.7	0.7	0.7	10	28	1.2
3.1.8	Perímetro I	275	77.5	26.1	23.5	120	450	23
3.1.9	Centros poblados I	9	0			8		1
3.1.10	Población Rural I	4000	250	100	260	2350	1000	250
3.1.11	Población Urbana I	5500	0	0	0	0	0	660
3.1.12	Vegetación Natural I	0	1	7	5	20	90	0
3.1.13	Vegetación Sucesional I	5	4	13	5	5	5	5
3.1.14	Vegetación Cultural I	8	65	15	2	68	5	30
3.1.15	Pastizales I	82	30	65	85	5	0	64
3.1.16	Sin vegetación y otros usos I	5	0	0	3	2	0	1
3.2	PRESA I							
3.2.1	Tipo I	Tierra	Tierra (enrocado)	Tierra	Tierra	Tierra	Tierra	Tierra
3.2.2	Altura I	122	180	170	48	73	170	188
3.2.3	Cota de la corona I	590	450	1050	1505	141	283	1438
3.2.4	Volumen I	11	6.56	5.4	0.727	6.4	23.5	9.25
3.2.5	Tipo de vertedero I	Canal Abierto	2 Tuneles	Canal Abierto	Canal abierto	Canal Abierto	Canal Abierto	Tunel 2
3.2.6	Pico de descarga I	16500	8500	3300	78	1650	1000	7500
3.2.7	Creciente máxima probable I	21600	12800	4000	2350	5250	9100	7480
3.2.8	Capacidad de la descarga de fondo I	0	260	107	0	120	480	140
3.2.9	Nivel de la descarga de fondo I	0			1457	76	120	1272
3.2.10	Tipo de desviación para construcción I	Tunel (2)	Tunel	Tunel	Tunel (2)	Tunel (2)	Tunel	Tunel
3.2.11	Longitud de desviación I	2550	860	760	610	1450	2000	860
3.2.12	Q. de desviación I	4900	1700	610	129	1100	940	1260
3.3	TRASVASOS I							
3.3.1	Tipo de trasvaso I		Presa captación	Presa captación	Embal.filo de agua	0 Embalse filo de agua	Presa captación	
3.3.2	Longitud de conducción I	0	14.3	14.3	1.175	840	16	
3.3.3	Q trasvasado I	0	20	20	0.83	46	14.9	
3.3.4	Q Curso receptor I	0	29.5	29.5				
3.3.5	Tipo de trasvaso II I				Presa captación			0
3.3.6	Longitud de Conducción II I	0	0	0	1.25			0
3.3.7	Q Trasvasado I	0	0	0	1.09			
3.3.8	Q Curso receptor I	0	0	0				
3.3.9	Tipo de trasvaso III I							0
3.3.10	Longitud de Conducción III I	0	0	0				0
3.3.11	Q Trasvasado I	0	0	0				0
3.3.12	Q Curso receptor I	0	0	0				0

PROGRAMA DE EXTERNALIDADES AMBIENTALES
 MATRIZ DE INFORMACION BASICA. CATALOGO DE PROYECTOS PAR
 Dpto. Investigación y Planeamiento Ambiental
 30.08.88

#	PARAMETRO	Cañafisto	La Miel I	La Miel II	Riachón-Suribios	Urra I	Urra II	Quetame
3.4	OPERACION							
3.4.1	Potencia Instalada	1200	405	380	90	340	860	345
3.4.2	Energía Nominal	4041	1328	1391	513	857	3174	1416
3.4.3	Factor de regulación	0.58	0.5	0.5	0.5	0.56	0.38	
3.4.4	Número de unidades de generación	4	3	3	2	4	4	3
3.4.5	Potencia máx una unidad	300	135	126.7	55	85	215	115
3.4.6	Potencia mínima una unidad	153			45	45	160	
3.4.7	Caudal medio de operación por unidad	337	73	27	10.6	189	172	30
3.4.8	Tipo de turbina	Francis	Francis	Francis	Pelton	Francis	Francis	Pelton
3.4.9	Tipo de casa de máquinas	Pie de Presa	Subterránea	Subterránea	Subterránea	Superficial	Superficial	Subterránea
3.4.10	Longitud Túnel de presión	1.8	0.315	8.92	4.645	0.9	1.54	9.833
3.5	DESCARGA							
3.5.1	Altitud de la descarga	472	216	462	405	72.6	128.2	945
3.5.2	Río receptor de la descarga	Cauca	La Miel	La Miel	Porce	Sinu	Sinu	Blanco Sur
3.5.3	Longitud del lecho seco	0	5000	18400	4500	0	0	12000
3.5.4	Caudal de reposición lecho seco					0	0	3.2
3.5.5	Uso del agua en lecho seco							
3.6	INFRAESTRUCTURA							
3.6.1	Longitud línea de construcción	26	19	60	18	30	45	60
3.6.2	Longitud línea de Interconexión	50	26	31	26	35	80	60
3.6.3	Longitud vías de acceso	22	17	16.7	25	50	115	27
3.6.4	Longitud vías de reposición	140	3	6.2	22	0	35	18
3.6.5	Puentes	55	4	2	4			4
3.6.6	Préstamo de cantera	12100	6700	7500	450	18000	21000	11700
3.6.7	Préstamo de aluvión	4300	3500	4000	770	16700	18500	3900
3.6.8	Excavación obras principales	17000	4600	3600	790	4300	13700	5200
3.6.9	Campamentos de Construcción	10000	2500	3500	3000	4000	6500	1600
3.6.10	Campamentos de operación	500	107	107	100	250	300	90

PROGRAMA DE EXTERNALIDADES AMBIENTALES
 MATRIZ DE INFORMACION BASICA. CATALOGO DE PROYECTOS PAR
 Dpto. Investigación y Planeamiento Ambiental
 30.08.88

#	PARAMETRO	8	9	10	11	12	13	14
1	IDENTIFICACION	FDNCE	NEME	CALIMA III	PORCE III	PORCE II	HUMEA	NECHI A
1.1	Entidad propietaria	ISA	ISA	CVC	EPH	EPH	EEEB	EPH
1.2	Objetivo del proyecto	6	6-R	6	6	6	6-R	6
1.3	Consultor del proyecto	E	C International Eng.Co	ASCOW	ASCOW	ASCOW	6-T	I
1.4	Año de estudio	447 1983	407.8 1980	242.5 1982	623.08 1984	328 1986	353 1982	531 1984
1.5	Costo total del proyecto	418.1	487.2	322.4	603.9	349	324.5	518.7
1.6	Período de construcción	5	7	5	10.5	9.5	8.6	8.6
1.7	Consultor Ambiental	E	C Guillermo Valencia	EPH	EPH	EPH	6-T	EPH
1.8	Año de estudio ambiental	1983	1980	1982	1987	1987	1982	
1.9	Cordillera	Oriental	Central	Occidental	Central	Central	Oriental	Central
1.10	Vertiente	Caribe	Caribe	Pacifico	Caribe	Caribe	Orinoco	Caribe
1.11	Cuenca	I.1.7.	I.1.2.	V.3.2.	I.2.3.	I.2.3.	II.3.2	I.2.3.
1.12	Departamento, Intendencia o Comisaria	Sa	To	Vc	An	An	Cu	An
2	OFERTA AMBIENTAL							
2.1	RIO							
2.1.1	Principal	Fonce	Saldaña	Calima	Porce	Porce	Humea	Nechi
2.1.2	Longitud total	105	187	85	232	232	85	230
2.1.3	Q Medio	81.2	178.4	19.1	227.6	167.4	114.7	80.2
2.1.4	Q Máx Medio	204.7	245	57.3	498.1	341.6	230	98.6
2.1.5	Q Min Medio	17.7	132	5.6	93.5	75.4	30	56
2.1.6	Longitud afluente	77	86	10	195	186	35	68
2.1.7	Longitud efluente	28	101	75	37	43	50	162
2.1.8	Carga de sedimentos afluente	0.52	35.5	0.064	1.47	1.25	1.9	0.86
2.1.9	Trasvasos de otras cuencas	0	0	6			6	2
2.1.10	Sumatoria de caudales trasvasados	0	0	23.7			111	21.6
2.1.11	Caudal tributario regulado	36.3			127	90	173	88
2.2	CUENCA							
2.2.1	Altitud Máx. Cuenca afluente	3600	3860	1670	2660	2660	3500	2800
2.2.2	Area total	2415	9162	1490	5230	5230	1515	13800
2.2.3	Area afluente	2058	3713	720	3778	3150	950	1600
2.2.4	Rendimiento cuenca efluente						1.21	
2.2.5	Densidad específica media del suelo							
2.3	CLIMA							
2.3.1	PMA cuenca afluente	2540	2200	2887	3000	3000	4000	3300
2.3.2	PM mes más seco (cca afluente)	120.01	55.07	119.07	86.01	86.01	50.01	110.02
2.3.3	PM mes más húmedo (cca afluente)	315.1	383.11	363.11	317.1	317.1	541.06	600.07
2.3.4	PMA cuenca efluente	1478	2670	7714	3300	3300	2800	5110
2.3.5	PM mes más seco (cca efluente)	48.01	85.08	393.06	110.02	110.02	24.01	185.01
2.3.6	PM mes más húmedo (cca efluente)	160.1	368.11	1143.1	600.07	600.07	417.06	606.10
2.4	USO DEL SUELO							
2.4.1	Cuenca afluente: Vegetación Natural	0	10	90	2	1	40	30
2.4.2	Vegetación Sucesional	10	10	5	3	4	15	10
2.4.3	Vegetación Cultural	55	40	2	10	10	9	40
2.4.4	Pastizales	30	35	2	80	80	35	17
2.4.5	Sin Vegetación y otros usos	5	5	1	5	5	1	3
2.4.6	Cuenca efluente: Vegetación Natural	0	0	85	10	10	10	42
2.4.7	Vegetación Sucesional	0	3	8	15	15	10	8
2.4.8	Vegetación Cultural	60	40	5	5	5	10	2
2.4.9	Pastizales	35	50	1	70	70	70	46
2.4.10	Sin vegetación y otros usos	5						

PROGRAMA DE EXTERNALIDADES AMBIENTALES
 MATRIZ DE INFORMACION BASICA. CATALOGO DE PROYECTOS PAR
 Dpto. Investigación y Planeamiento Ambiental
 30.08.88

#	PARAMETRO	Fonce	Newe	Calima III	Porce III	Porce II	Humea	NECHI A
2.5	POBLACION							
2.5.1	Cuenca afluyente: Centros poblados	6	10	2	14	14	1	7
2.5.2	Población Rural	31.7	12.624	0.1	506	506	4.325	42.089
2.5.3	Población Urbana	10.6	33.4	0	2200	2200	17.3	22.663
2.5.4	Cuenca efluente: Centros poblados	3	12	7	3	3	1	12
2.5.5	Población Rural	15.7	52.24	0.3	8.6	8.6	0.1	18.512
2.5.6	Población Urbana	42.6	123.69	0.5	12	12	0.5	43.195
3	DEMANDA AMBIENTAL							
3.1	EMBALSE							
3.1.3	Altitud (nivel máx inundación)	1213.6	710	850	694.7	937	405	720.0
3.1.2	Nivel mín de operación	1175	674	822	635	915	370	640.0
3.1.3	Area inundada (vaso)	630	7862	40	628	1230	9300	1544.0
3.1.4	Volumen total	156	6166	10.4	249	339	4120	866.0
3.1.5	Volumen útil	136	2515	7	209	183	2400	466.0
3.1.6	Longitud máxima	18	25	3.4	14	17.5	24.3	18.0
3.1.7	Anchura máxima	1.1	16.5	0.3	1.2	3	4.5	1.5
3.1.8	Perímetro	53	80	7	36	81.5	156	72.0
3.1.9	Centros poblados	1	5	1	1	2	1	0
3.1.10	Población Rural	3340	660	50	70	350	0	370
3.1.11	Población Urbana	1265	1200	200	30	150	360	0
3.1.12	Vegetación Natural	0	10	54	10	2	10	2
3.1.13	Vegetación Sucesional	0	13	15	20	7	20	5
3.1.14	Vegetación Cultural	43	10	6	5	1	10	33
3.1.15	Pastizales	55	57	25	65	90	60	57
3.1.16	Sin vegetación y otros usos	2	10	0	0	0	0	3
3.2	PRESA							
3.2.1	Tipo	Tierra	Tierra	Concreto	Tierra	Tierra	Tierra	Tierra
3.2.2	Altura	105	201.5	107	156	125	138	176
3.2.3	Cota de la corona	1225	721.5	850	700	940	421	730
3.2.4	Volumen	3.8	20.8	0.145	5.82	5.1	6.45	9.3
3.2.5	Tipo de vertedero	Canal abierto	Canal abierto	Canal abierto	Canal abierto	Canal abierto	Canal abierto	Canal Abierto
3.2.6	Pico de descarga	6500	2015	2530	9100	7650	4650	6500
3.2.7	Creciente máxima probable	8050	2015		10256	10112	9050	9600
3.2.8	Capacidad de la descarga de fondo	875	0	0	1115	800	78	190
3.2.9	Nivel de la descarga de fondo	1130	0	0	550	840	288	561
3.2.10	Tipo de desviación para construcción	Tunel	Tunel	Tunel	Tunel	Tunel	Tunel	Tunel
3.2.11	Longitud de desviación	870	1050	380	1495	2398	850	960
3.2.12	Q. de desviación	700	1100	280	2236	1450	300	1800
3.3	TRASVASOS							
3.3.1	Tipo de trasvaso			Presa captación			Tunel descarga	Presa captación
3.3.2	Longitud de conducción I			3500			6.4	8
3.3.3	Q trasvasado			4.3			72	8
3.3.4	Q Curso receptor			6				
3.3.5	Tipo de trasvaso II			Presa captación			Presa desviación	Presa captación
3.3.6	Longitud de Conducción II			4700			23	14.36
3.3.7	Q Trasvasado			2.9			39	13.6
3.3.8	Q Curso receptor			2.6				
3.3.9	Tipo de trasvaso III			Presa captación				
3.3.10	Longitud de Conducción III			3700				
3.3.11	Q Trasvasado			2.6				
3.3.12	Q Curso receptor							

PROGRAMA DE EXTERNALIDADES AMBIENTALES
 MATRIZ DE INFORMACION BASICA. CATALOGO DE PROYECTOS PAR
 Dpto. Investigación y Planeamiento Ambiental
 30.08.88

#	PARAMETRO :	Fonce	Nese	Calima III	Porce III	Porce II	Humea	NECHI A
3.4	OPERACION :							
3.4.1	Potencia Instalada :	420	512	240	760	392	460	590
3.4.2	Energía Nominal :	855	2159	712	3456	1448	1356	3687
3.4.3	Factor de regulación :	0.5	0.5	0.55	0.65	0.65		0.63
3.4.4	Número de unidades de generación :	3	3	3	4	4	2	3
3.4.5	Potencia máx una unidad :	140	170	80	190	110	137.5	255
3.4.6	Potencia mínima una unidad :				108	84		
3.4.7	Caudal medio de operación por unidad :	37	107	20.6	66	50.5	151	54
3.4.8	Tipo de turbina :	Pelton	Francis	Pelton	Francis	Francis	Francis	Francis
3.4.9	Tipo de casa de máquinas :	Subterránea	Subterránea	Superficial	Superficial	Superficial	Superficial	Subterránea
3.4.10	Longitud Túnel de presión :	12.41	0.328	12.4	13.8	5	1.01	10.93
3.5	DESCARGA :							
3.5.1	Altitud de la descarga :	732	522	315	327.7	700	286	126
3.5.2	Río receptor de la descarga :	Fonce	Saldaña	Calima	Porce	Porce	Humea	Cauca
3.5.3	Longitud del lecho seco :	20000	0	12500	14000	5000	0	110000
3.5.4	Caudal de reposición lecho seco :	7.4					0	633.3
3.5.5	Uso del agua en lecho seco :		688608	no			0	
3.6	INFRAESTRUCTURA :							
3.6.1	Longitud línea de construcción :	15	25	10	30.5	12	30	40
3.6.2	Longitud línea de interconexión :	90	25	80	80	60	60	3
3.6.3	Longitud vías de acceso :	5.9	12	17	22	4	2	43.7
3.6.4	Longitud vías de reposición :	33	63	12	14	28.5	26	15.7
3.6.5	Puentes :	4	1	1	2	2	0	9
3.6.6	Préstamo de cantera :	4375	15800	2600	9500	6400	23000	11700
3.6.7	Préstamo de aluvión :	1350	7000	4500	2000	1550	12000	2100
3.6.8	Excavación obras principales :	4550	3615	2116	6450	4920	7550	2355
3.6.9	Campamentos de construcción :	1950	2500	2000	1200	1200	2100	2700
3.6.10	Campamentos de operación :	110	130	60	107	107	110	160

PROGRAMA DE EXTERNALIDADES AMBIENTALES
 MATRIZ DE INFORMACION BASICA. CATALOGO DE PROYECTOS PAR
 Dpto. Investigación y Planeamiento Ambiental
 30.08.88

#	PARAMETRO	15	16	17	18	19	20	21
	NECHI B +	SAMANA	SAN JUAN	UPIA	SOGAMOSO	ITUANGO	PATIA I	
1	IDENTIFICACION	TRASVASOS	MEDIO					
1.1	Entidad propietaria	EPM	ICEL-CHEC	ISA	EEEB	ISA	ISA	Icel
1.2	Objetivo del proyecto	6	Energia	6	6	6+R	6	6+R
1.3	Consultor del proyecto	I	Sedic	I	I	Hydro-Harza	T	Hydroestudios
1.4	Año de estudio	1984	313 1984	1404.7 1978	1983	1976 905.45	1982 2315	1980 575
1.5	Costo total del proyecto	744.6	310.2	1064.3	1272.9	905.45	2192.2	859.1
1.6	Periodo de construcción	6	5.5	8	8	7.5	13	7
1.7	Consultor Ambiental	EPM	Sedic	I	I	Hydro-Harza	T	Hydroestudios
1.8	Año de estudio ambiental		1984	1978	1983	1976	1982	1980
1.9	Cordillera	Central	Central	Occidental	Oriental	Oriental	Central-Occidental	Occidental
1.10	Vertiente	Caribe	Caribe	Pacifico	Orinoco	Caribe	Caribe	Pacifico
1.11	Cuenca	I.2.3	I.1.4	V.3.2	II.3.2.	I.1.7	I.2.2	V.1.4
1.12	Departamento, Intendencia o Comisaria	An.	Ca	Ch	Bo., Cu., Me., Cas.	Santander	Antioquia	Nariño
2	OFERTA AMBIENTAL							
2.1	RIO							
2.1.1	Principal	Nechi	Samana Sur	San Juan	Upia	Sogamoso	Cauca	Patia
2.1.2	Longitud total	230	92	350	186	328	1200.00	315.00
2.1.3	Q Medio	80.20	96.90	2450.00	418.00	445.00	1150.00	354.00
2.1.4	Q Máx Medio	98.6	290.7	6000	724.2	1150	1633	1550.00
2.1.5	Q Min Medio	56	29	1850	127.8	130	853	80.00
2.1.6	Longitud afluente	68	50	300.00	106	253.00	930.00	90.00
2.1.7	Longitud efluente	162	42	50.00	80	75.00	270.00	225.00
2.1.8	Carga de sedimentos afluente	0.86	1.14	5.00	8.46	11.30	21.50	40.00
2.1.9	Trasvasos de otras cuencas	2		0	0	0	0	0
2.1.10	Sumatoria de caudales trasvasados	21.6		0	0	0	0	0
2.1.11	Caudal tributario regulado	100		735	220	360		0
2.2	CUENCA							
2.2.1	Altitud Máx. Cuenca afluente	2800	3400	1550	3100	2700	4200	2650
2.2.2	Area total	13800	927.5	14280	8700	22517.00	58510.00	22500.00
2.2.3	Area afluente	1339.00	880.00	13560	8220	21343.00	37860.00	13123.00
2.2.4	Rendimiento cuenca efluente							
2.2.5	Densidad especifica media del suelo							
2.3	CLIMA							
2.3.1	PMA cuenca afluente	3300.00	4580.00	7200	1750	1565.00	2300.00	1800.00
2.3.2	PM mes más seco (cca afluente)	110.02	100.02	515.02	27.01	40.01	80	25.07
2.3.3	PM mes más húmedo (cca afluente)	600.07	1230.05	797.10	285.05	310.01	380	273.11
2.3.4	PMA cuenca efluente	5110	3800	6250.00	2500	2000	2500	6000
2.3.5	PM mes más seco (cca efluente)	185.01	87.07	256.02	25.02	10.01	60	236.02
2.3.6	PM mes más húmedo (cca efluente)	606.10	820.05	706.10	417.07	370.10	350	781.1
2.4	USO DEL SUELO							
2.4.1	Cuenca afluente: Vegetación Natural	30	10	80	8	5	3.00	15.00
2.4.2	Vegetación Sucesional	10	10	5	15	10	15.00	5.00
2.4.3	Vegetación Cultural	40	60	10	10	60	30	10
2.4.4	Pastizales	17	20	0	65	20	50.00	70.00
2.4.5	Sin Vegetación y otros usos	3	0	5	2	5	2	0
2.4.6	Cuenca efluente: Vegetación Natural	42	0	88	0	1	15	60
2.4.7	Vegetación Sucesional	8	5	5	10	10	25	15
2.4.8	Vegetación Cultural	2	70	2	5	20	20	5
2.4.9	Pastizales	46	25	0	80	60	35	20
2.4.10	Sin vegetación y otros usos	2	0					

#	PARAMETRO	NECHI B	SAMANA MEDIO	SAN JUAN	UPIA	SOSAMOSO	ITUANGO	PATIA I
2.5	POBLACION							
2.5.1	Cuenca afluyente: Centros poblados	7	3	18	11	30	21.00	13
2.5.2	Población Rural	42.089	15	36.5	30.4	176.85	85	190.3
2.5.3	Población Urbana	22.663	60	14	14.6	135.54	342	50.2
2.5.4	Cuenca efluente: Centros poblados	12	2	1	3	3	6	5
2.5.5	Población Rural	18.512	4	0	8.4	4.78	34	62
2.5.6	Población Urbana	43.195	16.3	0.15	11.7	1.05	175	30.7
3	DEMANDA AMBIENTAL							
3.1	EMBALSE							
3.1.1	Altitud (nivel máx inundación)	770.0	575.0	36.5	460.0	415.00	447.00	580
3.1.2	Nivel mín de operación	640.0	550.0	28.5	420.0	386.00	436	555
3.1.3	Area inundada (vaso)	2610.0	968.3	169000.0	28600.0	11300.00	6300.00	13000
3.1.4	Volumen total	1896.0	503.5	24000.0	24300.0	13200.00	4050.00	4800
3.1.5	Volumen útil	750.0	203.9	11000.0	9870.0	3180.00	950.00	2600
3.1.6	Longitud máxima	27.0	16.0	140.0	8.0	67.00	100.00	83
3.1.7	Anchura máxima	2.0	1.0	30.0	42.0	28.00	2.5	7.50
3.1.8	Perímetro	105.0	58.0	470.0	180.0	245	218	268
3.1.9	Centros poblados	0	0	15	3	2	2	
3.1.10	Población Rural	457	424	17820	3905	1670.00	60	7820.00
3.1.11	Población Urbana	0	0	3510	3122	0	250	0
3.1.12	Vegetación Natural	2	3	75	4	10	10	5
3.1.13	Vegetación Sucesional	5	5	15	15	10	15	20
3.1.14	Vegetación Cultural	33	60	4	1	55	30	5
3.1.15	Pastizales	57	30	3	75	20	45	70
3.1.16	Sin vegetación y otros usos	3	2	3	5	5	0	0
3.2	PRESA							
3.2.1	Tipo	Tierra	Tierra	Tierra	Tierra	Tierra	Tierra	Tierra
3.2.2	Altura	230.00	169.00	132.00	230.00	267.00	241.00	195.00
3.2.3	Cota de la corona	780.00	580.00	42.00	470.00	427.00	457.00	588.00
3.2.4	Volumen	22.58	9.70	14.50	33.90	65.30	26.60	12.10
3.2.5	Tipo de vertedero	Canal Abierto	2 tuneles	Canal abi.con comp.	Tunel con compuer.	Canal abierto	Tunel	Canal abierto - comp
3.2.6	Pico de descarga	5170.00	6488	9000.00	1300	12040.00	21200.00	9200.00
3.2.7	Creciente máxima probable	9700.00	8494	49400.00	25400	22600.00	17300.00	9700
3.2.8	Capacidad de la descarga de fondo	190.00	100.00	0	560			1500
3.2.9	Nivel de la descarga de fondo	561	412	0	266			415
3.2.10	Tipo de desviación para construcción	Tunel	Tunel	Vertadero como desv.	2 tunel	2 túneles	2 túneles	2 túneles
3.2.11	Longitud de desviación	1320.00	737.00	120.00	1628.00	2000.00	3800.00	2700.00
3.2.12	Q. de desviación	1800.00	2042.00	9000	2000	2150.00	2360.00	4150.00
3.3	TRASVASOS							
3.3.1	Tipo de trasvaso I	Presa captación						
3.3.2	Longitud de conducción I	8						
3.3.3	Q trasvasado I	8						
3.3.4	Q Curso receptor I							
3.3.5	Tipo de trasvaso II	Presa captación						
3.3.6	Longitud de Conducción II	14.36						
3.3.7	Q Trasvasado II	13.6						
3.3.8	Q Curso receptor II							
3.3.9	Tipo de trasvaso III							
3.3.10	Longitud de Conducción III							
3.3.11	Q Trasvasado III							
3.3.12	Q Curso receptor III							

#	PARAMETRO I	NECHI B	SAMANA MEDIO	SAN JUAN	UPTA	SOGAMOSO	ITUANGO	PATIA I
2.5	POBLACION I							
2.5.1	Cuenca afluentes: Centros poblados I	7	3	18	11	30	21.00	13
2.5.2	Población Rural I	42.089	15	36.5	30.4	176.85	85	190.3
2.5.3	Población Urbana I	22.663	60	14	14.6	135.54	342	50.2
2.5.4	Cuenca efluentes: Centros poblados I	12	2	1	3	3	6	5
2.5.5	Población Rural I	18.512	4	0	8.4	4.78	34	62
2.5.6	Población Urbana I	43.195	16.3	0.15	11.7	1.05	175	30.7
3	DEMANDA AMBIENTAL I							
3.1	EMBALSE I							
3.1.3	Altitud (nivel máx inundación) I	770.0	575.0	36.5	460.0	415.00	447.00	580
3.1.2	Nivel mín de operación I	640.0	550.0	28.5	420.0	386.00	436	555
3.1.3	Area inundada (vaso) I	2610.0	968.3	169000.0	28600.0	11300.00	6300.00	13000
3.1.4	Volumen total I	1896.0	503.5	24000.0	24300.0	13200.00	4050.00	4800
3.1.5	Volumen útil I	750.0	203.9	11000.0	9870.0	3180.00	950.00	2600
3.1.6	Longitud máxima I	27.0	16.0	140.0	8.0	67.00	100.00	83
3.1.7	Anchura máxima I	2.0	1.0	30.0	42.0	28.00	2.5	7.50
3.1.8	Perímetro I	105.0	58.0	470.0	180.0	245	218	268
3.1.9	Centros poblados I	0	0	15	3	2	2	
3.1.10	Población Rural I	457	424	17820	3905	1670.00	60	7820.00
3.1.11	Población Urbana I	0	0	3510	3122	0	250	0
3.1.12	Vegetación Natural I	2	3	75	4	10	10	5
3.1.13	Vegetación Sucesional I	5	5	15	15	10	15	20
3.1.14	Vegetación Cultural I	33	60	4	1	55	30	5
3.1.15	Pastizales I	57	30	3	75	20	45	70
3.1.16	Sin vegetación y otros usos I	3	2	3	5	5	0	0
3.2	PRESA I							
3.2.1	Tipo I	Tierra	Tierra	Tierra	Tierra	Tierra	Tierra	Tierra
3.2.2	Altura I	230.00	169.00	132.00	230.00	267.00	241.00	195.00
3.2.3	Cota de la corona I	780.00	580.00	42.00	470.00	427.00	457.00	588.00
3.2.4	Volumen I	22.58	9.70	14.50	33.90	65.30	26.60	12.10
3.2.5	Tipo de vertedero I	Canal Abierto	2 tuneles Canal abi.con comp.	Tunel con compuert.	Canal abierto	Tunel Canal abierto - comp		
3.2.6	Pico de descarga I	5170.00	6488	9000.00	1300	12040.00	21200.00	9200.00
3.2.7	Creciente máxima probable I	9700.00	8494	49400.00	25400	22600.00	17300.00	9700
3.2.8	Capacidad de la descarga de fondo I	190.00	100.00	0	560			1500
3.2.9	Nivel de la descarga de fondo I	561	412	0	266			415
3.2.10	Tipo de desviación para construcción I	Tunel	Tunel Vertedero como desv.		2 tunel	2 túneles	2 túneles	2 túneles
3.2.11	Longitud de desviación I	1320.00	737.00	120.00	1628.00	2000.00	3800.00	2700.00
3.2.12	Q. de desviación I	1800.00	2042.00	9000	2000	2150.00	2360.00	4150.00
3.3	TRASVASOS I							
3.3.1	Tipo de trasvaso I I	Presas captación						
3.3.2	Longitud de conducción I I	8						
3.3.3	Q trasvasado I	8						
3.3.4	Q Curso receptor I							
3.3.5	Tipo de trasvaso II I	Presas captación						
3.3.6	Longitud de Conducción II I	14.36						
3.3.7	Q Trasvasado I	13.6						
3.3.8	Q Curso receptor I							
3.3.9	Tipo de trasvaso III I							
3.3.10	Longitud de Conducción III I							
3.3.11	Q Trasvasado I							
3.3.12	Q Curso receptor I							

PROGRAMA DE EXTERNALIDADES AMBIENTALES
 MATRIZ DE INFORMACION BASICA. CATALOGO DE PROYECTOS PAR
 Dpto. Investigación y Planeamiento Ambiental
 30.08.88

#	PARAMETRO I	NECHI B	SAMANA MEDIO	SAN JUAN	UPIA	SOGAMOSO	ITUANGO	PATIA I
3.4	OPERACION I							
3.4.1	Potencia Instalada I	804.00	289.00	1500.00	1760.00	1700	4270	900
3.4.2	Energía Nominal I	4560.00	1457.00	6200.00	5557.00	8100	19610	3427
3.4.3	Factor de regulación I	0.65				0.50		
3.4.4	Número de unidades de generación I	3.00	3.00	12.00	8.00	4	10	4
3.4.5	Potencia máx una unidad I	296.00	98.20	125.00	225.00	425	447	225
3.4.6	Potencia mínima una unidad I	220.00					415	
3.4.7	Caudal medio de operación por unidad I	54.00	64.7	453.00	140	228.00	219	160.20
3.4.8	Tipo de turbina I	Francis	Francis	Francis	Francis	Francis	Francis	Francis
3.4.9	Tipo de casa de máquinas I	Subterr	Subterranea	Superficial	Superficial	Superficial	Subterranea	Superficial
3.4.10	Longitud Túnel de presión I	10.76	2.70	0.90	4.31	1.40	4.15	2.10
3.5	DESCARGA I							
3.5.1	Altitud de la descarga I	126.00	373.00	0.70	266.00	150	206.00	405.90
3.5.2	Río receptor de la descarga I	Cauca	Samana Sur	San Juan	Upia	Sogamoso	Cauca	Patia
3.5.3	Longitud del lecho seco I	110000	2500.00	50000	0	0	0.00	0
3.5.4	Caudal de reposición lecho seco I	633.3				0	0.00	0
3.5.5	Uso del agua en lecho seco I							
3.6	INFRAESTRUCTURA I							
3.6.1	Longitud línea de construcción I	40.00	40	60.00	54.00	60	75.00	60
3.6.2	Longitud línea de Interconexión I	3.00	40.00	120.00	188	60	62.7	240
3.6.3	Longitud vías de acceso I	57.30	4.00	60.00	44.00	20	63.30	40
3.6.4	Longitud vías de reposición I	20.60	30.7	30	74.00	56.40	21.00	70.00
3.6.5	Puentes I	7.00	1.00	0	2	2	3	0
3.6.6	Préstamo de cantera I	16300	12730	25200	23500	45700	28600	14000
3.6.7	Préstamo de aluvión I	10970	2350	20800	14000	17600	12800	9670
3.6.8	Excavación obras principales I	11240	5306	17850	12300	33200	30500	13800
3.6.9	Campamentos de Construcción I	4000	2000	4000	8000	8000	10500	4500
3.6.10	Campamentos de operación I	200	80	400	450	400	1000	200

Ministerio de Minas y Energía
 BIBLIOTECA

PROGRAMA DE EXTERNALIDADES AMBIENTALES
 MATRIZ DE INFORMACION BASICA. CATALOGO DE PROYECTOS PAR
 Dpto. Investigación y Planeamiento Ambiental
 30.08.88

#	PARAMETRO	22	23	24	25	26	27						
1	IDENTIFICACION	PATIA II	EL SIETE I	GUAYABETAL	LA GABARRA	CHINERA	CABRERA						
1.1	Entidad propietaria		ICEL	EEEB	ICEL	ICEL	ISA						
1.2	Objetivo del proyecto	B+R	hidroelectr	6-R	6	6	6						
1.3	Consultor del proyecto	Hidroestudios	JICA	GomCaj+Integral	GomezCajiao	Contecol Ltda	IEH						
1.4	Año de estudio	1980	517	151.6	1985	332	1982	321.5	1983	629	1984	390.3	1984
1.5	Costo total del proyecto	596.1				351.9		293.8		513.5		505.9	
1.6	Período de construcción	6	5	6	6	5	5.5	9					
1.7	Consultor Ambiental	Hidroestudios	JICA	GomCaj+Integral	6	Contecol Ltda	IEH						
1.8	Año de estudio ambiental	1980	1986	1982	1983	1984	1984						
1.9	Cordillera	Occidental	Occidental	Oriental	Oriental	Oriental	Oriental						
1.10	Vertiente	Pacífico	Caribe	Orinoco	Orinoco-Catatumbo	Caribe	Caribe						
1.11	Cuenca	V.1.4	IV.1.1	II.3.2	II.4.1	I.1.7	I.1.7						
1.12	Departamento, Intendencia o Comisaría	Nariño	Choco	Cu-Mt	N Santander	Santander	Santander						
2	OFERTA AMBIENTAL												
2.1	RIO												
2.1.1	Principal		Atrato	Negro	Catatumbo	Suarez	Suarez						
2.1.2	Longitud total	315.00	465	120	320	152.00	152						
2.1.3	Q Medio	354	25	93.00	248.00	165.00	287.00						
2.1.4	Q Máx Medio	1550	72	210.00	810	495	542.5						
2.1.5	Q Min Medio	80	7.8	22.00	72.6	50	62						
2.1.6	Longitud afluente	130	43	85	150	97.00	122						
2.1.7	Longitud efluente	185	422	35	170	55.00	30						
2.1.8	Carga de sedimentos afluente	40	1.37	3.29	2.56	3.60	5.32						
2.1.9	Trasvasos de otras cuencas	0	0	0	0	0	0						
2.1.10	Sumatoria de caudales trasvasados	0	0	0	0	0	0						
2.1.11	Caudal tributario regulado			48.2			124.9						
2.2	CUENCA												
2.2.1	Altitud Máx. Cuenca afluente	2650	3300	3550	3850	2539	2539						
2.2.2	Area total	22500.00	42700	2585	25065	10350.00	10350.00						
2.2.3	Area afluente	354	256.3	2462.00	5200	6496.00	9741						
2.2.4	Rendimiento cuenca efluente												
2.2.5	Densidad específica media del suelo												
2.3	CLIMA												
2.3.1	PMA cuenca afluente	1800	4000	2500.00	2185	2090.00	3000						
2.3.2	PM mes más seco (cca afluente)	25.07	291.01	47.02	65.02	124.06	102.01						
2.3.3	PM mes más húmedo (cca afluente)	273.11	572.06	319.07	274.1	187.03	401.1						
2.3.4	PMA cuenca efluente	6000	4400	4000	4646	1700	1700						
2.3.5	PM mes más seco (cca efluente)	236.02	244.02	56.01	136.02	58.01	58.01						
2.3.6	PM mes más húmedo (cca efluente)	781.1	519.08	541.06	622.1	268.1	268.1						
2.4	USO DEL SUELO												
2.4.1	Cuenca afluente: Vegetación Natural	15.00	80	4.00	60	10	10						
2.4.2	Vegetación Sucesional	5.00	5	10.00	10	30	30						
2.4.3	Vegetación Cultural	10	10	50.00	10	15	15						
2.4.4	Pastizales	70.00	5	35.00	20	44	44						
2.4.5	Sin Vegetación y otros usos	0	0	1	0	1	1						
2.4.6	Cuenca efluente: Vegetación Natural	60	65	30	65	3	3						
2.4.7	Vegetación Sucesional	15	5	40	15	25	25						
2.4.8	Vegetación Cultural	5	10	8	5	15	15						
2.4.9	Pastizales	20	15	20	10	50	50						
2.4.10	Sin vegetación y otros usos	0	0	0	0	0	0						

#	PARAMETRO	PATIA II	EL SIETE I	GUAYABETAL	LA GABARRA	CHIMERA	CABRERA
2.5	POBLACION						
2.5.1	Cuenca afluentes						
2.5.2	Centros poblados	13	2	7	8	7	9
2.5.3	Población Rural	190.3	4.35	53.867	61.75	36.37	53.5
2.5.4	Población Urbana	50.2	2.2	15.193	75.25	60.5	84.37
2.5.5	Cuenca efluente						
2.5.6	Centros poblados	5	8	4	4	6	4
	Población Rural	62	50.53	159.8	9.3	35.12	18
	Población Urbana	30.7	51.65	274.7	6	30.9	7
3	DEMANDA AMBIENTAL						
3.1	EMBALSE						
3.1.3	Altitud (nivel máx inundación)	405	1445	935.00	115.00	1025.00	725
3.1.2	Nivel mín de operación	400	1440	934.00	101	965	710
3.1.3	Area inundada (vaso)	1900	7.6	90.00	24500.00	2580.00	1075.00
3.1.4	Volumen total	1025	0.926	20.00	11670.00	1342.00	464.00
3.1.5	Volumen útil	175	0.54	10.00	3565.00	1041.00	141.50
3.1.6	Longitud máxima	35	1	4.00	42	31.00	12.5
3.1.7	Anchura máxima	1.5		0.40	9	2	1.7
3.1.8	Perímetro	87.5		10	167	78	37.5
3.1.9	Centros poblados			1	0	0	0
3.1.10	Población Rural	400	40	450.00	6000	750.00	420
3.1.11	Población Urbana	0	0	1000	0	0	0
3.1.12	Vegetación Natural	24	65	20	50	0.00	0
3.1.13	Vegetación Sucesional	20	15	40	14	10.00	15
3.1.14	Vegetación Cultural	40	10	30	20	10.00	5
3.1.15	Pastizales	16	10	5	15	70.00	71
3.1.16	Sin vegetación y otros usos	0	0	5	1	10.00	4
3.2	PRESA						
3.2.1	Tipo	Tierra	Concreto	Concreto	Tierra	Tierra	Enrocado+Nuci
3.2.2	Altura	196	55	97.00	92.00	150.00	127.00
3.2.3	Cota de la corona	415	1450	948.00	120.00	1031.00	732.00
3.2.4	Volumen	9.75	0.143	0.27	8.05	16.00	9.90
3.2.5	Tipo de vertedero	Canal abierto - comp	Canal abierto Incorporado a presa	CanalAbierto	Canal abierto	Canal abierto	Canal abierto
3.2.6	Pico de descarga	8950	1160	4000.00	6000.00	8000.00	8750.00
3.2.7	Creciente máxima probable	9200		10620.00	12500	8780.00	2030
3.2.8	Capacidad de la descarga de fondo	1500		120.00	78	0.00	227
3.2.9	Nivel de la descarga de fondo	260		881	35	0	612
3.2.10	Tipo de desviación para construcción	2 túneles	túnel	2 túneles	(2) Túnel	2 Túnel	2 Túnel
3.2.11	Longitud de desviación	2380	1301	450.00	898.00	2000.00	1400.00
3.2.12	Q. de desviación	1500		2000.00	4850	2000.00	2500
3.3	TRASVASOS						
3.3.1	Tipo de trasvaso I						
3.3.2	Longitud de conducción I						
3.3.3	Q trasvasado I						
3.3.4	Q Curso receptor I						
3.3.5	Tipo de trasvaso II						
3.3.6	Longitud de Conducción II						
3.3.7	Q Trasvasado II						
3.3.8	Q Curso receptor II						
3.3.9	Tipo de trasvaso III						
3.3.10	Longitud de Conducción III						
3.3.11	Q Trasvasado III						
3.3.12	Q Curso receptor III						

PROGRAMA DE EXTERNALIDADES AMBIENTALES
 MATRIZ DE INFORMACION BASICA. CATALOGO DE PROYECTOS PAR
 Dpto. Investigación y Planeamiento Ambiental
 30.08.88

#	PARAMETRO I	PATIA II	EL SIETE I	GUAYABETAL	LA GABARRA	CHIMERA	CABRERA
3.4	OPERACION I						
3.4.1	Potencia Instalada I	970	75	370.00	336.00	939.00	600.00
3.4.2	Energía Nominal I	1754	508	1531.00	1322.00	2185.00	779.00
3.4.3	Factor de regulación I						
3.4.4	Número de unidades de generación I	4	2	4.00	2.00	6.00	4.00
3.4.5	Potencia máx una unidad I	240	37.5	121.00	168.00	156.5	150.00
3.4.6	Potencia mínima una unidad I						
3.4.7	Caudal medio de operación por unidad I	152.6		40.00	215	66.25	135.6
3.4.8	Tipo de turbina I	Francis	Pelton	4 Pelton	Francis	Francis	Francis
3.4.9	Tipo de casa de máquinas I	Superficial	Superficial	Subterránea	Superficial	Superficial	Subterránea
3.4.10	Longitud Túnel de presión I	3.35	3.14	14.48	1.14	15.00	3.00
3.5	DESCARGA I						
3.5.1	Altitud de la descarga I	237.6	1071	482	31.50	725.00	591.00
3.5.2	Río receptor de la descarga I	Patía	Atrato	Guatiquía	Catatumbo	Suarez	Suarez
3.5.3	Longitud del lecho seco I	0		42000		16000.00	300
3.5.4	Caudal de reposición lecho seco I	0	3	40			
3.5.5	Uso del agua en lecho seco I			1296000.00			
3.6	INFRAESTRUCTURA I						
3.6.1	Longitud línea de construcción I	60	100	30	70	34.00	18
3.6.2	Longitud línea de Interconexión I	240	100	60	131	180.00	100
3.6.3	Longitud vías de acceso I	110	20	6.00	7	44.00	18.6
3.6.4	Longitud vías de reposición I	10	1.6	4.10	20.00	32.00	24.10
3.6.5	Puentes I	0	0	0.00	2	0.00	0
3.6.6	Préstamo de cantera I	12300	3000	12400	13200	16700	10000
3.6.7	Préstamo de aluvión I	5740	1800	2850	3800	2500	1200
3.6.8	Excavación obras principales I	11200	2560	9650	11300	13100	10450
3.6.9	Campamentos de Construcción I	4500	5000	2000	2000	3000	3000
3.6.10	Campamentos de operación I	200	30	100	100	150	120

T A B L A

1 b

Tabla 1b:
PROYECTOS TERMOELECTRICOS DEL PLAN DE EXPANSION
MATRIZ DE INFORMACION BASICA

		a	b	c	1	2	3	4	5	
		CENTRAL	TIBITA	SAN JORGE	SAN JORGE	CTGN 4a	CTGN 4b	ZIPA VI	TIBITA	TIBITA
1	IDENTIFICACION	Símbolo	UNIDADES	1x150	1x250	1x150	1x150	1x150	1x300	2x300
1.1	Entidad propietaria		Nombre	EEEB	ISA	ISA	CORELCA	CORELCA	EEEB	EEEB
1.2	Consultor del proyecto		Nombre	--	--	--	Salgado-Melen	Salgado-Melen	Lee&Infante	Lee&Infante
1.3	Año de estudio			--	--	--	1983	1983	1980	1980
1.4	Consultor ambiental		nombre	--	--	--	Salgado-Melen	Salgado-Melen	Lee&Infante	Lee&Infante
1.5	Año estudio ambiental			--	--	--	1984	1984	1980	1980
1.6	Costo total del proyecto		mills/kwh	--	--	--	47	47	37	35
1.7	Período de pre-construcción		Años	--	--	--	2.5	2.5	2.5	2.25
1.8	Período de construcción		Años	--	--	--	3	3	3	4.25
1.9	Cuenca		Nombre	Laguna Fúquene	San Jorge	San Jorge	Caribe	Caribe	Río Bogotá	Laguna Fúquene
1.10	Unidad político-administrativa			Cundinamarca	Córdoba	Córdoba	Bolívar	Bolívar	Cundinamarca	Cundinamarca
1.11	Municipio			Lenguz+Villapin	Vijao	Vijao	Cartagena	Cartagena	Tocancipá	Lenguz+Villap
2	OFERTA AMBIENTAL									
2.1	CLIMA Y ATMOSFERA									
2.1.1	Clasificación climática	Sist. Holdridge	bs-MB/bh-MB	bs-MB/bh-MB	bh-T	bh-T	bws-T	bws-T	bs-MB/bh-MB	bs-MB/bh-MB
2.1.2	Anchura del valle	Av	km	4					10	4
2.1.3	Velocidad media del viento	Vmed	m/s	1.9	1.6	1.6	4	4	2.3	1.9
2.1.4	Rosa de los vientos (dir. predominantes)		Rumbo, % ocurr	S, 26.2% SE, 25.6% E, 17.8%	N, 22.6% NO, 21.2%	N, 22.6% NO, 21.2%	N, 39.2% NE, 29% NE, 29%	N, 39.2% NE, 29% NE, 29%	E, 58.9% SE, 12.9% NE, 9.1%	S, 26.2% SE, 25.6% E, 17.8%
2.1.5	Cota		m. s. n. m	2805	75	75	0	0	2565	2805
2.1.6	Contaminación atmosférica antecedente	Caa	partic ug/m3	40	35	35	70	70	90	40
2.1.7	Temperatura del aire		°C	11.5	26.7	26.7	28	28	14	11.5
2.1.8	Humedad relativa	Hr	%	73					77	73
2.1.9	Precipitación media anual	Pa	mm	765	2260	2260	881	881	743	765
2.1.10	Evapotranspiración	ET	mm	958	1429	1429	1900	1900	1058	958
2.2	USOS DEL SUELO EN LA CUENCA			A, 6					A, 6	A, 6
2.2.1	Calidad de suelos	1/	Clasif. IGAC	VI					II	VI
2.3	POBLACION									
2.3.1	Centros poblados cercanos		#	2	2	2			3	2
2.3.2	Nombres		Nombre	Lenguz, Villapin, Vijao, Picapica	Vijao, Picapica	Ceballos, Pasacballos, Albornoz	Tocanc, Sopó, Zipa	Lenguz, Villapin	Lenguz, Villapin	Lenguz, Villapin
2.3.3	Distancia planta-centros poblados		km	7.5, 9.2	1.5, 15	1.5, 15			3, 6.8, 8.5	7.5, 9.2
2.3.4	Orientación planta-casco urbano		Rumbo	N.O. / S.O.			SE/S	SE/S	E / S / N.O.	N.O. / S.O.
2.3.5	Cota cascos urbanos		m. s. n. m			0	0	0		
2.3.6	Población urbana del área de influencia		# habitantes	5163			11945	11945	49957	5163
2.3.7	Población rural del área de influencia		# habitantes	17729	2000	2000			20341	17729
2.4	RECURSO HIDRICO									
2.4.1	Nombre de la fuente			Río Tibita	Río San Jorge	Río San Jorge	Mar Caribe	Mar Caribe	Río Bogotá	Río Tibita
2.4.2	Caudal medio	Qmed	m3/s	0.43	232	232	ilimitado	ilimitado	11.3	0.43
2.4.3	Caudal de estiaje	Dest	m3/s	0.1	36	36			7.3	0.1
2.4.4	Temperatura máxima del agua	Trio	°C	17			30	30	19	17
2.4.5	Contaminación hídrica antecedente	Cha 2/	Grado (3 a 0)	1	2	2	3	3	2	1
2.4.6	Usos del agua antes de la planta	Usosa 3/	D=4; A,G,P=3; I=1	3	3	3	3	3	3	3
2.4.7	Usos del agua después de la planta	Usosd /3	D=4; A,G,P=3; I=1	3	3	3	3	3	4	3

Tabla 1b:
PROYECTOS TERMOELECTRICOS DEL PLAN DE EXPANSION
MATRIZ DE INFORMACION BASICA

#	PARAMETRO	Simbolo	UNIDADES	a	b	c	1	2	3	4	5
				TIBITA	SAN JORGE	SAN JORGE	CTGN 4a	CTGN 4b	ZIPA VI	TIBITA	TIBITA
3	DEMANDA AMBIENTAL			1x150	1x250	1x150	1x150	1x150	1x150	1x300	2x300
3.1	PLANTA										
3.1.1	Energía generada	E	Gwh/año	790	1420	790	790	790	790	1580	3160
3.1.2	Potencia Bruta	Pb	Mw	164	300	164	164	164	163.5	328	657
3.1.3	Potencia Neta	Pn	Mw	150	270	150	150	150	150	300	600
3.1.4	Número de unidades de generación	n		1	1	1	1	1	1	1	2
3.1.5	Tipo de caldera	4/		circ-control	circ asistida	circ asistida	Circ.natur.	Circ.natur.		circ-control	circ-control
3.1.6	Consumo específico	Ce	kcal/kwh	2568	2513	2568	2568	2568	2568	2376	2376
3.1.7	Area en patios de carbón descubiertos	Apc	ha	3	4.5	2.7	21	21	0	6	12
3.2	COMBUSTIBLE										
3.2.1	Tipo de minería	min 5/	Cielo ab=3, sub=1	1	3	3	3	3	1	1	1
3.2.2	Depósitos estimados		Mton	56.1	278	278	665	69		56.1	56.1
3.2.3	*Requerimiento anual de combustible	Manual 6/	Mton/año	0.32	0.84	0.47	0.34	0.47	0.32	0.60	1.15
3.2.4	% de explotación en minas existentes	Mex	%	100	50	100	100	0	50	50	50
3.2.5	% explotación en nuevas minas	Mnu	%	0	50	0	0	100	50	50	50
3.2.6	Poder calorífico	Pc	kcal/kg	6836	4723	4723	6472	4722	6836	6836	7143
3.2.7	Contenido de humedad	%H	%	9	15	15	8.2	15	9	9	5.6
3.2.8	Contenido de cenizas	%A	%	16	17	17	8.3	17	16	16	11.8
3.2.9	Contenido de Material volátil	%MV	%	31.3	34.5	34.5	34	34.5	31.3	31.3	33.4
3.2.10	Contenido de azufre	%S	%	0.8	1.5	1.5	0.66	1.5	0.8	0.8	0.725
3.2.12	Índice de triturabilidad	IT 7/	Hardgrove	80	39.5	39.5	51	39.5	80	80	62.85
3.3	DEMANDA VIAL										
3.3.1	Sistema de transporte del carbón		Nombre	camión 100%	cable aéreo	cable aéreo	ferro+barco	camión+barco	camión	Camión 100%	Cabl 50%-Cam 50%
3.3.2	Distancia	dc	km	25	4	4	642	578	30	25	16
3.3.3	Sistema de transporte de cenizas		Nombre	camión	camión	camión			camión	camión	camión
3.3.4	Distancia	dccn	km	1	14	14			1	1	1
3.5	DEMANDA HIDRICA										
3.5.1	Sistema de refrigeración		Nombre	conden x aire	torre húmeda	torre húmeda	abierto al mar	abierto al mar	torre húmeda	condens.x aire	condens.x aire
3.5.2	Caudal del sistema de refrigeración	Qr	m ³ /s	5.9	12.35	7.41			6.2	11.8	23.8
3.5.3	Caudal de reposición del ciclo	Qrep	l/s	8	333.5	200.1			186	16	32
3.5.4	Caudal total utilizado	Qtot	l/s	23	490.5	294.3			194	31	62
3.5.5	Sitio de descarga aguas calientes		Nombre	no	no	no	Mar Caribe	Mar Caribe	Río Bogotá	no	no
3.5.6	Sitio descarga otros desechos		Nombre	Río Tibita	Río San Pedro	Río San Pedro	Mar Caribe	Mar Caribe	Río Bogotá	Río Tibita	Río Tibita
3.5.7	Temperatura de descarga	Tdesc	°C	--	--	--			--	--	--
3.5.8	Impacto térmico	ΔTfinal	°C	0	1	0.5	3	3	0	0	0
3.6	DEMANDA ATMOSFERICA										
3.6.1	Altura de chimenea	h	m	120	120	120	120	120	120	120	120
3.6.2	Temperatura de salida de los gases		°C	118	200	200				118	118
3.6.3	Caudal efluente		m ³ /s								
3.6.5	Sistema de remoción de partículas		Nombre	Precipitador	Precipitador	Precipitador			Precipitador	Precipitador	Precipitador
3.6.6	Eficiencia	ef	%	98	98	98	99.4	99.4	98	98	98
3.6.7	*Carga efluente de Partículas	Qpar 8/	ton/h	1.42	3.34	1.86	0.59	1.66	1.36	2.62	3.71
3.6.8	*Carga efluente de SO2	QSO2 9/	ton/h	0.99	4.79	2.68	0.86	2.68	0.98	1.82	3.17
3.6.9	Máxima concentración impacto en tierra	Conc	ug/m3								
3.6.10	*Consumo horario de carbón	Chora 10/	ton/h	61.61	159.62	89.17	65.07	89.19	61.42	114.00	218.54

Tabla 1b:
PROYECTOS TERMOELECTRICOS DEL PLAN DE EXPANSION
MATRIZ DE INFORMACION BASICA

#	PARAMETRO	Simbolo	UNIDADES	a	b	c	1	2	3	4	5
				TIBITA	SAN JORGE	SAN JORGE	CTGN 4a	CTGN 4b	ZIPA VI	TIBITA	TIBITA
3	DEMANDA AMBIENTAL (Cont.)	Simbolo	UNIDADES	1x150	1x250	1x150	1x150	1x150	1x150	1x300	2x300
3.7	DEMANDA DE DESECHOS SOLIDOS										
3.7.1	Contenido estimado de inquemados	%	%	18	4	4	4	4	15	18	18
3.7.2	*Producción horaria de sólidos		ton/h								
3.7.3	*Generación anual de sólidos	Gas 11/	ton/año	55840	131119	73350	26508	74414	53705	103331	146084
3.7.4	Sistema recolección cenizas volantes		Nombre	neumát-seco	neumát-seco	neumát-seco				neumático-seco	neumático-seco
3.7.5	Sistema de transporte cenizas volantes		Nombre	camión	camión	camión				camión	camión
3.7.6	Distancia planta-disposición final	dcm	km	2	14	14	0.38	0.38	2	2	2
3.7.7	*Area requerida patios de cenizas	Apcen 12/	ha	14.5	34.1	19.1	6.9	19.3	14.0	26.9	38.0
3.8	INFRAESTRUCTURAS Y FACILIDADES										
3.8.3	Area total ocupada	Ao	ha	36.6	62.4	47.1	63	63	43	50	70
3.8.4	Longitud de vías a construir	lv	km	7	10	10	1.2	1.2	1	7	7
3.8.5	Voltaje de la transmisión		kv	230						230	230
3.8.6	Longitud líneas transmisión a construir	ll	km	87	15	15	0	0	15	87	162
3.8.7	Longitud de línea conducción de agua	la	km	2.2	14	14	0	0	0	2.2	2.2
3.8.8	Campamentos en construcción	Cc	# personas						500	750	900
3.8.9	Campamentos en operación	Co	# personas						130	140	146

* Parámetros calculados de otros datos de la tabla

1/ Va desde categoría I, excelente tierra agrícola, hasta categoría X, pésima tierra agrícola

2/ 3= contaminación alta, 2=Contaminación media, 1= Contaminación baja, 0= Agua limpia

3/ 4= Uso doméstico, 3= Uso ganadero, pesquero y agrícola, 1= Uso industrial

4/ Todas las calderas son de carbón pulverizado. De circulación natural, controlada o asistida.

5/ Minería a cielo abierto se considera 3 veces más contaminante que la subterránea

6/ Calculado según la ste fórmula, Manual= $0.001 * E * P_b * C_e / (P_n * P_c)$ en Mton/año

7/ IT se considera óptimo entre 70 y 100. Mayor que 100 es muy blando y empasta los molinos pulverizadores

8/ Calculado según la ste. fórmula, $Q_{par} = Chora * X_A * (0.1 + (100 - ef) * 0.009) / (100 - X_I)$ en ton/h.

Considera que los equipos fallan el 10% del tiempo.

9/ Calculado según la ste. fórmula $OSQ_2 = X_s * Chora / 50$ en ton/h

10/ Calculado según la ste. fórmula, $Chora = P_b * C_e / P_c$ en ton/h

11/ Calculado según la ste. fórmula, $Gas = 1000000 * X_A * Manual * (0.009 * ef) / (100 - X_I)$ en ton/año

12/ Calculado según la ste. fórmula, $A_{pcen} = 25 * Gas / 88000$, en has

Tabla 1b:
PROYECTOS TERMOELECTRICOS DEL PLAN DE EXPANSION
MATRIZ DE INFORMACION BASICA

			6	7	8	9	10	11	12	13	
			CENTRAL	AMAGA	AMAGA	AMAGA	PORTETE	PORTETE	LA LOMA	S JORGE	PAIPA IV
1	IDENTIFICACION	Simbolo	UNIDADES	1x150	2x150	1x300	1x300	2x250	2x250	2x250	1x150
1.1	Entidad propietaria		Nombre	ISA	ISA	ISA	ISA	ISA	ISA	ISA	ICEL
1.2	Consultor del proyecto		Nombre	Consult Unid	Consult Unid	Consult Unid	Consult Unid	Consult Unid	Consult Unid	Consult Unid	
1.3	Año de estudio			1982	1982	1982	1984	1984	1984	1984	
1.4	Consultor ambiental		nombre	Consult Unid	Consult Unid	Consult Unid	Consult Unid	Consult Unid	Consult Unid	Consult Unid	
1.5	Año estudio ambiental			1983	1983	1983	1984	1984	1984	1984	
1.6	Costo total del proyecto		mills/kwh	37	38	36	50	46	39		
1.7	Periodo de pre-construcción		Años	1.75	3.5	3.75	3.5	3.5	4.25	3.5	
1.8	Periodo de construcción		Años	3	4	3	4.25	4.25	4	4.25	
1.9	Cuenca		Nombre	Rio Cauca	Rio Cauca	Rio Cauca	Caribe	Caribe	Rio Cesar	Rio San Jorge	Chicamocho
1.10	Unidad político-administrativa		"	Antioquia	Antioquia	Antioquia	Guajira	Guajira	Cesar	Cordoba	Boyacá
1.11	Municipio		"	Venecia	Venecia	Venecia	Barrancas	Barrancas	Chiriguáná	Vijao	Paipa
2	OFERTA AMBIENTAL										
2.1	CLIMA Y ATMOSFERA										
2.1.1	Clasificación climática		Sist. Holdridge	bs-T	bs-T	bs-T	md-ST	md-ST	bs-T	bh-T	
2.1.2	Anchura del valle	Av	km	5	5	5	6.5	6.5	12		
2.1.3	Velocidad media del viento	Vmed	m/s	1.8	1.8	1.8	2.5	2.5	2.9	1.6	2.5
2.1.4	Rosa de los vientos (dir. predominantes)		Rumbo, % ocurr	NO, 25.8% NE, 22.9% SE, 18.9% SO, 13.7%	NO, 25.8% NE, 22.9% SE, 18.9% SO, 13.7%	NO, 25.8% NE, 22.9% SE, 18.9% SO, 13.7%	E, N, NE,	E, N, NE,	E, 30.2% NE, 24.8% S, 17.7%	N, 22.6% NO, 21.2%	
2.1.5	Cota		m. s. n. m	740	740	740	0	0	50	75	
2.1.6	Contaminación atmosférica antecedente	Caa	partic ug/m3	30	30	30	50	50	45	35	60
2.1.7	Temperatura del aire		°C	29.2	29.2	29.2	27.5	27.5	28.9	26.7	
2.1.8	Humedad relativa	Hr	%	71.5	71.5	71.5					
2.1.9	Precipitación media anual	Pa	mm	2218	2218	2218	415	415	1136	2260	750
2.1.10	Evapotranspiración	ET	mm	1450	1450	1450	2300	2300	2371	1429	3000
2.2	USOS DEL SUELO EN LA CUENCA			A, 6	A, 6	A, 6					
2.2.1	Calidad de suelos	I/	Clasif. IGAC								
2.3	POBLACION										
2.3.1	Centros poblados cercanos		#	1	1	1	3	3		2	2
2.3.2	Nombres		Nombre	Bolombolo	Bolombolo	Bolombolo	P. Bol, Magu, Port	P. Bol, Magu, Port	Vijao, Picapica	Paipa, Duitama	
2.3.3	Distancia planta-centros poblados		km	1.5	1.5	1.5			1.5, 15		2.8
2.3.4	Orientación planta-casco urbano		Rumbo	S.O.	S.O.	S.O.					SW
2.3.5	Cota cascos urbanos		m. s. n. m								2577
2.3.6	Población urbana del área de influencia		# habitantes	2000	2000	2000	1500	1500			63003
2.3.7	Población rural del área de influencia		# habitantes	3500	3500	3500	500	500	17960	2000	25497
2.4	RECURSO HIDRICO										
2.4.1	Nombre de la fuente			Rio Cauca	Rio Cauca	Rio Cauca	Mar Caribe	Mar Caribe	Rio Cesar	Rio San Jorge	Chicamocho
2.4.2	Caudal medio	Qmed	m3/s				Ilimitado	Ilimitado		232	7
2.4.3	Caudal de estiaje	Qest	m3/s				Ilimitado	Ilimitado	3.5	36	2
2.4.4	Temperatura máxima del agua	Trio	°C	27	27	27					
2.4.5	Contaminación hídrica antecedente	Cha 2/	Grado (3 a 0)	2	2	2	1	1	3	2	3
2.4.6	Usos del agua antes de la planta	Usosa 3/	D=4; A,G,P=3; I=1	3	3	3	2	2	4	3	4
2.4.7	Usos del agua después de la planta	Usosd /3	D=4; A,G,P=3; I=1	3	3	3	3	3	4	3	4

Tabla 1b:
PROYECTOS TERMOELECTRICOS DEL PLAN DE EXPANSION
MATRIZ DE INFORMACION BASICA

#	PARAMETRO	Simbolo	UNIDADES	6	7	8	9	10	11	12	13
				AMAGA	AMAGA	AMAGA	PORTETE	PORTETE	LA LOMA	S JORGE	PAIPA IV
3	DEMANDA AMBIENTAL			1x150	2x150	1x300	1x300	2x250	2x250	2x250	1x150
3.1	PLANTA										
3.1.1	Energia generada	E	Gwh/año	790	1580	1580	1580	2633	2840	2840	790
3.1.2	Potencia Bruta	Pb	Mw	164	328	330	330	540	600	600	164
3.1.3	Potencia Neta	Pn	Mw	150	300	300	300	500	540	540	150
3.1.4	Número de unidades de generación		#	1	2	1	1	2	2	2	1
3.1.5	Tipo de caldera	A/		Circ-natur	Circ-natur	Circ-asistida	Circ. asistida	Circ. asistida	Circ. asistida	Circ. asistida	
3.1.6	Consumo específico	Ce	kcal/kwh	2568	2568	2501	2501	2503	2503	2513	2513
3.1.7	Area en patios de carbón descubiertos	Apc	ha	1	2	2	5.5	9	9	9	
3.2	COMBUSTIBLE										
3.2.1	Tipo de minería	min 5/	Cielo ab=3, sub=1	1	1	1	3	3	3	3	1
3.2.2	Depósitos estimados		Mton	112.5	112.5	112.5	450	665	186	278	
3.2.3	*Requerimiento anual de combustible	Manual 6/	Mton/año	0.39	0.79	0.77	0.64	1.05	1.22	1.68	0.75
3.2.4	% de explotación en minas existentes	Mex	%	50	25	25	100	100			0
3.2.5	% explotación en nuevas minas	Mnu	%	50	75	75			100	100	100
3.2.6	Poder calorífico	Pc	kcal/kg	5622	5622	5622	6779	6779	6472	4723	6500
3.2.7	Contenido de humedad	XH	%	9	9	9	8.2	8.2	11.5	15	10
3.2.8	Contenido de cenizas	XA	%	12	12	12	8.3	8.3	8.5	17	12
3.2.9	Contenido de Material volátil	XMV	%	38.9	38.9	38.9	34	34	41.2	34.5	42
3.2.10	Contenido de azufre	XS	%	0.9	0.9	0.9	0.66	0.66	0.82	1.5	2.7
3.2.12	Indice de triturabilidad	IT 7/	Hardgrove	50	50	50	48	48	47	39.5	
3.3	DEMANDA VIAL										
3.3.1	Sistema de transporte del carbón		Nombre	camión	camión	camión	ferrocarril	ferrocarril	camión	cable aéreo	camión
3.3.2	Distancia	dc	km	31	31	31	160	160	20	4	10
3.3.3	Sistema de transporte de cenizas		Nombre	camión	camión	camión	camión	camión	camión	camión	
3.3.4	Distancia	dcen	km	1.5	1.5	1.5					
3.5	DEMANDA HIDRICA										
3.5.1	Sistema de refrigeración		Nombre	torre húmeda	torre húmeda	torre húmeda	abierto al mar	abierto al mar	torre húmeda	torre húmeda	
3.5.2	Caudal del sistema de refrigeración	Qr	m3/s	6	12	12.35	12.35	22.2	24.7	24.7	
3.5.3	Caudal de reposición del ciclo	Qrep	l/s	184	368	368	6	10	667	667	
3.5.4	Caudal total utilizado	Qtot	l/s	205	410	413	48	93	750	750	150
3.5.5	Sitio de descarga aguas calientes		Nombre	no	no	no	Mar Caribe	Mar Caribe	no	no	
3.5.6	Sitio de descarga otros desechos		Nombre	Q. Sinfonia	Q. Sinfonia	Q. Sinfonia	Mar Caribe	Mar Caribe	Río Cesar	Río San Pedro	
3.5.7	Temperatura de descarga	Tdesc	°C	--	--	--	--	--	--	--	
3.5.8	Impacto térmico	Δ Tfinal	°C	0.1	0.2	0.2	4	5	10	2	4
3.6	DEMANDA ATMOSFERICA										
3.6.1	Altura de chimenea	h	m	120	120	120	120	120	120	135	90
3.6.2	Temperatura de salida de los gases		°C	177	177	177	200	200	200	200	
3.6.3	Caudal efluente		m3/s	191.7	383.4	383.4					
3.6.5	Sistema de remoción de partículas		Nombre	Precipitador	Precipitador	Precipitador	Precipitador	Precipitador	Precipitador	Precipitador	
3.6.6	Eficiencia	ef	%	98	98	98	98	98	98	98	98.5
3.6.7	*Carga efluente de Partículas	Qpar 8/	ton/h	1.15	2.31	2.26	1.24	2.03	2.42	6.67	1.03
3.6.8	*Carga efluente de SO2	QSO2 9/	ton/h	1.35	2.70	2.64	1.61	2.63	3.81	9.58	3.42
3.6.9	Máxima concentración impacto en tierra	Conc	ug/m3								
3.6.10	*Consumo horario de carbón	Chora 10/	ton/h	74.91	149.82	146.80	121.75	199.38	232.05	319.25	63.40

Tabla 1b:
PROYECTOS TERMOELECTRICOS DEL PLAN DE EXPANSION
MATRIZ DE INFORMACION BASICA

#	PARAMETRO	Simbolo	UNIDADES	6	7	8	9	10	11	12	13
				AMAGA	AMAGA	AMAGA	PORTETE	PORTETE	LA LOMA	S JORGE	PAIPA IV
3	DEMANDA AMBIENTAL (Cont.)	Simbolo	UNIDADES	1x150	2x150	1x300	1x300	2x250	2x250	2x250	1x150
3.7	DEMANDA DE DESECHOS SOLIDOS										
3.7.1	Contenido estimado de inquemados	XI	%	8	8	8	4	4	4	4	16
3.7.2	*Producción horaria de sólidos		ton/h								
3.7.3	*Generación anual de sólidos	Gas 11/	ton/año	45389	90777	88948	48896	80065	95305	262239	94982
3.7.4	Sistema recolección cenizas volantes		Nombre	neumático-seco	neumático-seco	neumático-seco	neumático-seco	neumático-seco	neumático-seco	neumático-seco	
3.7.5	Sistema de transporte cenizas volantes		Nombre	camión	camión	camión	camión	camión	camión	camión	
3.7.6	Distancia planta-disposición final	dcm	km	1.5	1.5	1.5	0.5	0.5	1.5	14	1
3.7.7	*Area requerida patios de cenizas	Apcen 12/	ha	11.8	23.6	23.1	12.7	20.8	24.8	68.2	24.7
3.8	INFRAESTRUCTURAS Y FACILIDADES										
3.8.3	Area total ocupada	Ao	ha	24	25	25	46	55	55	97	43
3.8.4	Longitud de vías a construir	lv	km	8	8	8	1	1	5	10	1
3.8.5	Voltaje de la transmisión		kv	230	230	230	230	230	230	500	
3.8.6	Longitud líneas transmisión a construir	ll	km	20	20	20	280	280	293	15	15
3.8.7	Longitud de línea conducción de agua	la	km	2	2	2			1.5	14	0.2
3.8.8	Campamentos en construcción	Cc	# personas	500	750	750	750	889	889	889	
3.8.9	Campamentos en operación	Co	# personas	130	140	140	140	148	148	148	

* Parámetros calculados de otros datos de la tabla

1/ Va desde categoría I, excelente tierra agrícola, hasta categoría X, pésima tierra agrícola

2/ 3= contaminación alta, 2=Contaminación media, 1= Contaminación baja, 0= Agua limpia

3/ 4= Uso doméstico, 3= Uso ganadero, pesquero y agrícola, 1= Uso industrial

4/ Todas las calderas son de carbón pulverizado. De circulación natural, controlada o asistida.

5/ Minería a cielo abierto se considera 3 veces más contaminante que la subterránea

6/ Calculado según la ste fórmula, Manual= $0.001 * E * Pb * Ce / (Pn * Pc)$ en Mton/año

7/ IT se considera óptimo entre 70 y 100. Mayor que 100 es muy blando y empasta los molinos pulverizadores

8/ Calculado según la ste. fórmula, $Qpar = Chora * XA * (0.1 * (100 - ef) * 0.009) / (100 - XI)$ en ton/h.

Considera que los equipos fallan el 10% del tiempo.

9/ Calculado según la ste. fórmula $OSO2 = Xs * Chora / 50$ en ton/h

10/ Calculado según la ste. fórmula, $Chora = Pb * Ce / Pc$ en ton/h

11/ Calculado según la ste. fórmula, $Gas = 1000000 * XA * Manual * (0.009 * ef) / (100 - XI)$ en ton/año

12/ Calculado según la ste. fórmula, $Apcen = 25 * Gas / 88000$, en has

T A B L A

2 a

TABLA 2a

No.	EFEECTO ECOLOGICO	# NOMBRE DEL INDICE	UNIDADES
1	1 Sedimentación en el embalse	1.1 Tasa de denudación cuen.aflu.	m ³ /km ² -año
2		1.2 Colmatación embalse muerto/año	1000 INVaños
3		1.3 Area suceptible erosión	hectáreas
4	2 Calidad del agua afluente al embalse	2.1 Veget no natural cuenca aflu.	km ²
5		2.2 Dilución drenaje urbano	hab/m ³ /s
6	3 Cambios de calidad de agua en el embalse.	3.1 Tiempo de residencia medio	Días
7		3.2 Veget natural vaso (Adec. 0%)	hectáreas
8		3.3 Profundidad media	m
9		3.4 Relación de forma	Adimens.
10	4 Impacto por construcc abajo de la presa	4.1 Tiempo de construcción	años
11		4.2 Deterioro por obras en el río.	m ³ /caudal
12	5 Cambios en el río receptor descarga	5.1 Proporción de caudal turbinado	Adimens.
13		5.2 Impacto térmico	msnm
14	6 Impacto por trasvasos.	6.1 Impacto por trasvaso	m ³ /s
15		6.2 Número de trasvasos	#
16		6.3 Longitud relativa por trasvaso	km/m ³ /s
17	7 Impacto por infraestructura y zonas de préstamo	7.1 Longitud vías	km
18		7.2 Número de puentes	#
19		7.3 Volumen préstamo cantera	miles m ³
20		7.4 Volumen préstamo aluvión	miles m ³
21	8 Impacto por excavaciones	8.1 Vol. exc. obras principales	miles m ³
22		8.2 Longitud en túneles	km
23	9 Líneas transmisión	9.1 Longitud de líneas	km
24	10 Déficit hídrico abajo de la presa	10.1 Variabilidad precipitación	% de P media
25		10.2 Longitud del lecho seco	m
26	11 Alteración de habitats y microclima	11.1 Perímetro del embalse	km
27		11.2 Area del embalse	hectáreas
28	12 Cambio uso de la tierra en vaso emb.	12.1 Impacto por hab. desolazados	habitantes
29		12.2 Cambio de uso área cultural	hectáreas
30	13 Expectativa cuenca efluente	13.1 Densidad de población	hab/km ²
31		13.2 Areas culturales	km ²

11-Oct-88 DATE

2a

# NOMBRE DEL INDICE	UNIDADES	1 CAGAFTO	2 MIEL 1	3 MIEL 2	4 RIACHON	5 URRA 1	6 URRA 2	7 QUETAME	8 FONCE	9 NEME	10 CALIMA 3	11 PORCE 3	12 PORCE 2	13 HUMEA	14 NECHI A	15 NECHI B
1.1 Tasa de denudación cuen.aflu.	m3/km2-año	516	1117	1019	434	609	1077	2340	253	9561	89	389	397	2000	538	642
1.2 Colmatación embalse muerto/año	1000 INVaños	8.8	3.1	9.4	7.5	4.6	0.2	34.4	26.0	9.7	18.8	36.8	8.0	1.1	2.2	0.8
1.3 Area susceptible erosión	hectáreas	550	233	117	68	258	1238	145	205	288	20	215	179	546	576	1365
2.1 Veget no natural cuenca aflu.	km2	28498	631	305	79	3772	104	795	1852	2970	36	3589	2993	428	960	803
2.2 Dilución drenaje urbano	hab/m3/s	0.5	1.1	3.9	1.4	0.0	0.0	0.4	0.1	0.2	0.0	9.7	13.1	0.2	0.3	0.3
3.1 Tiempo de residencia medio	Días	41.0	51.9	26.8	167.4	56.8	1322.8	101.9	22.2	399.9	2.8	12.7	23.4	211.2	98.4	215.5
3.2 Veget natural vaso (Adec. 0%)	hectáreas	425	61	47	42	1850	65265	45	0	1808	28	188	111	2790	108	183
3.3 Profundidad media	m	40.35	46.31	48.72	23.28	23.51	49.93	50.28	24.76	78.43	26.00	39.65	27.56	44.30	56.09	72.64
3.4 Relación de forma	Adimens.	0.02	0.03	0.17	0.08	0.33	0.70	0.08	0.06	0.66	0.09	0.09	0.17	0.19	0.08	0.07
4.1 Tiempo de construcción	años	9.0	6.0	6.0	3.3	6.0	8.0	5.0	5.0	7.0	5.0	9.6	9.0	8.6	8.6	6.0
4.2 Deterioro por obras en el río.	m3/caudal	0.233	1.790	1.856	2.743	0.729	2.915	5.200	2.571	0.274	3.779	0.690	0.653	2.517	0.421	2.007
5.1 Proporción de caudal turbinado	Adimens.	0.90	0.68	1.91	2.96	0.96	1.25	1.38	0.54	1.31	1.08	0.53	0.59	1.31	1.64	1.64
5.2 Impacto térmico	msnm	111	229	583	1097	56	139	483	482	188	535	367	237	119	594	644
6.1 Impacto por trasvaso	m3/s	0	20	20	2	0	46	15	0	0	24	0	0	111	22	22
6.2 Número de trasvasos	#	0	1	1	2	0	1	3	0	0	6	0	0	6	2	2
6.3 Longitud relativa por trasvaso	km/m3/s	0.00	0.71	0.71	1.21	0.00	18.22	1.07	0.00	0.00	500.00	0.00	0.00	0.26	1.03	1.03
7.1 Longitud vías	km	162	20	23	47	50	150	45	39	75	29	36	33	28	59	78
7.2 Número de puentes	#	55	4	2	4	0	0	4	4	1	1	2	2	0	9	7
7.3 Volumen préstamo cantera	miles m3	12100	6700	7500	450	18000	21000	11700	4375	15800	2600	9500	6400	23000	11700	16300
7.4 Volumen préstamo aluvión	miles m3	4300	3500	4000	770	16700	18500	3900	1350	7000	4500	2000	1550	12000	2100	10970
8.1 Vol. exc. obras principales	miles m3	17000	4600	3600	790	4300	13700	5200	4550	3615	2116	6450	4920	7550	2355	11240
8.2 Longitud en túneles	km	1.8	0.3	8.9	4.6	0.9	1.5	9.8	12.4	0.3	12.4	13.8	5.0	1.0	10.9	10.8
9.1 Longitud de líneas	km	76	45	91	44	65	125	120	105	50	90	110.5	72	90	43	43
10.1 Variabilidad precipitación	% de P media	11.6	10.7	9.4	17.4	17.0	17.0	12.1	7.6	10.6	9.7	14.9	14.9	14.0	8.2	8.2
10.2 Longitud del lecho seco	m	0	5000	18400	4500	0	0	12000	20000	0	12600	14000	5000	0	110000	110000
11.1 Perímetro del embalse	km	275	77.5	26.1	23.5	120	450	23	53	80	7	36	81.5	156	72	105
11.2 Area del embalse	hectáreas	8500	1220	235	424	7400	68700	895	630	7862	40	628	1230	9300	1544	2610
12.1 Impacto por hab. desplazados	habitantes	9500	250	100	260	2350	1000	910	4605	1860	250	100	500	360	370	457
12.2 Cambio de uso área cultural	hectáreas	680	793	35.25	8.48	5032	3435	268.5	270.9	786.2	2.4	31.4	12.3	930	509.52	861.3
13.1 Densidad de población	hab/km2	1.14	6.71	7.10	0.55	6.57	5.39	0.79	16.33	3.23	0.10	1.42	0.99	0.11	0.51	0.50
13.2 Areas culturales	km2	7249.5	255	149.4	7.3	2730	3330	126	214.2	2179.6	38.5	72.6	104	56.5	244	249.22

11-Oct-88 DATE

Za (Continuación)

# NOMBRE DEL INDICE	UNIDADES	16 SAMANA	17 SAN JUAN	18 UPIA	19 SOGAMOSO	20 ITUANGO	21 PATIA 1	22 PATIA 2	23 GUAYABET	24 GABARRA	25 CHIMERA	26 Del proy. 1 al 26 CABRERA MAXIMO MINIMO		
1.1 Tasa de denudación cuen.aflu.	m3/km2-año	1295	369	1029	529	568	3048	112994	1336	492	554	546	112994	88.89
1.2 Colmatación embalse muerto/año	1000 IN/años	3.8	0.4	0.6	1.1	6.9	18.2	47.1	329.0	0.3	12.0	16.5	329	0.16
1.3 Area susceptible erosión	hectáreas	145	376	720	711	240	670	44	1	234	468	56	1365	1.00
2.1 Veget no natural cuenca aflu.	km2	704	2034	6329	18142	31045	10498	283	2117	1560	3898	5845	31045	36.00
2.2 Dilución drenaje urbano	hab/m3/s	0.6	0.0	0.0	0.3	0.3	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.3	13	0.00
3.1 Tiempo de residencia medio	Días	60.1	113.3	672.6	343.2	40.7	156.9	33.5	2.5	544.4	94.1	18.7	1323	2.49
3.2 Veget natural vaso (Adec. 0%)	hectáreas	77	152100	5434	2260	1575	3250	836	54	15680	258	161	152100	0.00
3.3 Profundidad media	m	52.00	14.20	84.97	116.81	64.29	36.92	53.95	22.22	47.63	52.02	43.16	117	14.20
3.4 Relación de forma	Adimens.	0.06	0.21	5.25	0.42	0.03	0.09	0.04	0.10	0.21	0.06	0.14	5.3	0.02
4.1 Tiempo de construcción	años	5.5	8.0	8.0	7.5	11.0	7.0	6.0	6.0	5.0	5.5	9.0	11.0	3.25
4.2 Deterioro por obras en el río.	m3/caudal	1.830	0.096	0.962	2.554	0.358	1.725	1.400	4.386	1.556	2.620	1.685	5.2	0.10
5.1 Proorción de caudal turbinado	Adimens.	0.67	0.91	1.55	0.79	1.34	0.41	0.39	0.76	0.53	0.80	1.00	3.0	0.39
5.2 Impacto térmico	msnm	202	36	194	265	241	174	167	453	84	300	134	1097.0	35.80
6.1 Impacto por trasvaso	m3/s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	111.0	0.00
6.2 Número de trasvasos	#	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.0	0.00
6.3 Longitud relativa por trasvaso	km/m3/s	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	500.0	0.00
7.1 Longitud vías	km	35	90	118	76	84	110	120	10	27	76	43	162.0	10.10
7.2 Número de puentes	#	1	0	2	2	3	0	0	0	2	0	0	55.0	0.00
7.3 Volumen préstamo cantera	miles m3	12730	25200	23500	45700	28600	14000	12300	12400	13200	16700	10000	45700.0	450.00
7.4 Volumen préstamo aluvión	miles m3	2350	20800	14000	17600	12800	9670	5740	2850	3800	2500	1200	20800.0	770.00
8.1 Vol. exc. obras principales	miles m3	5306	17850	12300	33200	30500	13800	11200	9650	11300	13100	10450	33200.0	790.00
8.2 Longitud en túneles	km	2.7	0.9	4.3	1.4	4.2	2.1	3.4	14.5	1.1	15.0	3.0	15.0	0.32
9.1 Longitud de líneas	km	80	180	242	120	137.7	300	300	90	201	214	118	300.0	43.00
10.1 Variabilidad precipitación	% de P media	19.3	7.2	15.7	18.0	11.6	9.1	9.1	12.1	10.5	12.4	12.4	19.3	7.20
10.2 Longitud del lecho seco	m	2500	50000	0	0	0	0	0	42000	0	16000	300	110000.0	0.00
11.1 Perímetro del embalse	km	58	470	180	245	218	268	87.5	10	167	78	37.5	470.0	7.00
11.2 Area del embalse	hectáreas	968	169000	28600	11300	6300	13000	1900	90	24500	2580	1075	169000.0	40.00
12.1 Impacto por hab. desplazados	habitantes	424	21330	7027	1670	310	7820	400	1450	6000	750	420	21330.0	100.00
12.2 Cambio de uso área cultural	hectáreas	580.98	6760	286	6215	1890	650	760	27	4900	258	53.75	6760.0	2.40
13.1 Densidad de población	hab/km2	42.74	0.02	4.19	0.50	1.01	0.99	0.42	353.25	0.08	1.71	4.11	353.3	0.02
13.2 Areas culturales	km2	33.25	14.4	24	234.8	4130	468.85	1107.3	9.84	993.25	578.1	91.35	7249.5	7.30

TABLA 2b:
EVALUACION AMBIENTAL DE PROYECTOS TERMOELECTRICOS DEL PLAN DE EXPANSION
EFECTOS AMBIENTALES Y SUS INDICADORES EN SUS UNIDADES ORIGINALES

#	EFECTO AMBIENTAL	#	INDICADOR	UNIDADES	a	b	c	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
					TIB	S JORGE	S JORGE	CTGN 4a	CTGN 4b	ZIPI VI	TIBITA	TIBITA	AMAGA	AMAGA	AMAGA	PORTETE	PORTETE	LA LOMA	S JORGE	PAIPA IV
I	Por construcción de obras civiles	1.1	Area en instalaciones planta	ha	36.6	62.4	47.1	63	63	43	50	70	24	25	25	46	55	55	97	43
		1.2	Long. utilizada en vias nuevas	km	7	10	10	1.2	1.2	1	7	7	8	8	8	1	1	5	10	1
		1.3	Long. líneas interconexión	km	87	15	15	0	0	15	87	162	20	20	20	280	280	293	15	15
		1.4	Long. conducción de agua	km	2.2	14	14	0	0	0	2.2	2.2	2	2	2	0	0	1.5	14	0.2
		1	Area total sustraída	ha	174.54	97.7	82.4	64.2	64.2	66.5	187.94	320.44	62.4	63.4	63.4	467	476	499.8	132.3	66.54
II	Apertura min. equiv.	2	Volumen minería equiv.	Mton eq./año	0.32	3.78	1.41	1.03	2.82	0.49	0.90	1.73	0.59	1.38	1.35	1.92	3.15	7.32	10.07	1.50
III	Susceptib. atmosf. regional	3	• Condiciones de dispersión	s/km-m	0.53	0.63	0.63	0.25	0.25	0.43	0.53	0.53	0.56	0.56	0.56	0.40	0.40	0.34	0.63	0.40
		4	Cont. atmosf. ant.	ug/m3	40	35	35	70	70	90	40	40	30	30	30	50	50	45	35	60
		5	Balance hidrico	Adimensional	1.25	0.63	0.63	2.16	2.16	1.42	1.25	1.25	0.65	0.65	0.65	5.54	5.54	2.09	0.63	4.00
		6	Lavado por lluvia	100/mm	0.13	0.04	0.04	0.11	0.11	0.13	0.13	0.13	0.05	0.05	0.05	0.24	0.24	0.09	0.04	0.13
IV	Contaminación Hidrica	7	Impacto por lixiviados	ha x mm/mm ² .s	134016	2423	1367	95	137	1421	251424	382362	109	218	214	29	48	10964	4845	9261
		8	Contam. hid. anteced.	Adimensional	1	2	2	3	3	2	1	1	2	2	2	1	1	3	2	3
		9	Contaminación térmica	°C	0	1	0.5	3	3	0	0	0	0.1	0.2	0.2	4	5	10	2	4
V	Usos post. agua	10	Usos posteriores del agua	Adimensional	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3	4	4
		11	Pobl. afectada sist. hid.	# personas	1000	1000	1000	1000	1000	500000	0	0	2000	2000	2000	0	0	20000	0	20669
VI	Impacto atmosf. combustión	12	Peso total cont. emit.	ton/h	2.404	8.124	4.538	1.452	4.340	2.347	4.449	6.880	2.501	5.003	4.902	2.849	4.666	6.230	16.248	4.452
		13	• Altura de chimenea	1/m	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.007	0.011
		14	Simulación impacto en tierra		876	3516	1964	251	751	707	1622	2508	962	1925	1886	789	1293	1488	6379	1448
		15	Pobl. afectada atmosf.	# personas	22892	2000	2000	11945	11945	70298	22892	22892	3500	5500	5500	2000	2000	17960	2000	88500
VII	Impacto atmos. ceniz	16	Emisiones fugitivas ceniza	kg/h	205.7	73.5	41.1	2702.2	7585.9	453.7	380.6	538.1	38.7	77.5	75.9	8036.6	13159.6	3467.6	147.1	8132.0
VIII	Impacto vial y atmos. transporte de cenizas	17	Requerimiento vial carbón	ton x km/día	22223.9	9200.0	5146.6	602807.1	743847.1	26587.3	41124.6	50453.8	33508.3	67016.6	65666.1	281076.8	460253.3	66870.6	18400.0	20547.9
		18	Requerimiento vial ceniza	ton x km/día	306.0	5029.2	2813.4	27.6	77.5	294.3	566.2	800.5	186.5	373.1	365.5	67.0	109.7	391.7	10058.5	260.2

TABLA 2b:
 EVALUACION AMBIENTAL DE PROYECTOS TERMoeLECTRICOS DEL PLAN DE EXPANSION
 EFECTOS AMBIENTALES Y SUS INDICADORES EN SUS UNIDADES HOMOLOGADAS

#	EFECTO AMBIENTAL	#	INDICADOR	a	b	c	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
				TIB	S JORGE	S JORGE	CTGN 4a	CTGN 4b	ZIPA VI	TIBITA	TIBITA	AMAGA	AMAGA	AMAGA	PORTETE	PORTETE	LA LOMA	S JORGE	PAIPA IV
				1x150	1x250	1x150	1x150	1x150	1x150	1x300	2x300	1x150	2x150	1x300	1x300	2x250	2x250	2x250	1x150
I	Area en obras civiles	1	Area total sustraída	2.56	0.81	0.46	0.04	0.04	0.09	2.87	5.90	0.00	0.02	0.02	9.25	9.46	10.00	1.60	0.09
II	Impacto minero	2	Volumen minería equiv.	-0.17	3.43	0.96	0.57	2.43	0.00	0.43	1.29	0.11	0.93	0.91	1.50	2.78	7.13	10.00	1.06
III	Suscept. atmosf. regional	3	# Condiciones de dispersión	7.37	10.00	10.00	0.00	0.00	4.93	7.37	7.37	8.15	8.15	8.15	4.00	4.00	2.53	10.00	4.00
		4	Cont. atmosf. anteced.	1.67	0.83	0.83	6.67	6.67	10.00	1.67	1.67	0.00	0.00	0.00	3.33	3.33	2.50	0.83	5.00
		5	Balance hidrico	1.26	0.00	0.00	3.10	3.10	1.61	1.26	1.26	0.04	0.04	0.04	10.00	10.00	2.96	0.00	6.86
		6	Lavado por lluvia	4.40	0.00	0.00	3.52	3.52	4.59	4.40	4.40	0.04	0.04	0.04	10.00	10.00	2.23	0.00	4.53
IV	Contaminación hídrica	7	Impacto por lixiviados	3.50	0.06	0.03	0.00	0.00	0.04	6.58	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.29	0.13	0.24
		8	Cont. hidr. anteced.	0.00	5.00	5.00	10.00	10.00	5.00	0.00	0.00	5.00	5.00	5.00	0.00	0.00	10.00	5.00	10.00
		9	Contaminación térmica	0.00	1.00	0.50	3.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.20	0.20	4.00	5.00	10.00	2.00	4.00
V	Usos posteriores agua	10	Usos posteriores del agua	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	0.00	10.00
		11	Pobl. afectada sist. hid.	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	10.00	0.00	0.00	0.04	0.04	0.04	0.00	0.40	0.00	0.41	0.41
VI	Impacto atmosférico combustión	14	Simulación impacto en tierra	1.02	5.33	2.80	0.00	0.82	0.74	2.24	3.68	1.16	2.73	2.67	0.88	1.70	2.02	10.00	1.95
		15	Pobl. afectada sist. atmosf.	2.42	0.00	0.00	1.15	1.15	7.90	2.42	2.42	0.40	0.40	0.40	0.00	0.00	1.85	0.00	10.00
VII	Impacto atmos. ceniz	16	Emissiones fugitivas de ceniza	0.13	0.03	0.00	2.03	5.75	0.32	0.26	0.38	0.00	0.03	0.03	6.10	10.00	2.61	0.08	6.17
VIII	Impacto vial y atmosf. transporte de cenizas	17	Requerimiento vial carbón	0.05	-0.13	-0.18	8.06	10.00	0.11	0.31	0.44	0.21	0.67	0.65	3.62	6.09	0.67	0.00	0.23
		18	Requerimiento vial ceniza	0.28	4.99	2.78	0.00	0.05	0.27	0.54	0.77	0.16	0.34	0.34	0.04	0.08	0.36	10.00	0.23
			suma	24.51	31.37	23.20	38.16	46.56	55.60	30.34	39.58	15.42	18.62	18.50	52.72	62.84	65.14	50.05	64.58

Proyecto	Capacidad	Puntaje
1 LA LOMA	(2x250)	65.14
2 PAIPA IV	(1x150)	64.58
3 PORTETE	(2x250)	62.84
4 ZIPA VI	(1x150)	55.60
5 PORTETE	(1x300)	52.72
6 SAN JORGE	(2x250)	50.05
7 CARTG 4b	(1x150)	46.56
8 TIBITA	(2x300)	39.58
9 CARTG 4a	(1x150)	38.16
10 SAN JORGE	(1x250)	31.37
11 TIBITA	(1x300)	30.34
12 TIBITA	(1x150)	24.51
13 SAN JORGE	(1x150)	23.2
14 AMAGA	(2x150)	18.62
15 AMAGA	(1x300)	18.5
16 AMAGA	(1x150)	15.42

*** PROYECTOS RECIENTEMENTE INCLUIDOS

T A B L A

3 a

TABLA 3 a INDICES ESCALADOS

	MIEL 1	MIEL 2	URRA 1	FONCE CALIMA 3	PORCE 3	PORCE 2	NECHI A	PATIA 1	
1.1	0.091	0.082	0.046	0.015	0.000	0.027	0.027	0.040	0.262
1.2	0.090	0.282	0.134	0.786	0.567	1.113	0.239	0.060	0.548
1.3	1.697	0.854	1.884	1.493	0.136	1.568	1.307	4.216	4.905
Suma	1.88	1.22	2.06	2.29	0.70	2.71	1.57	4.32	5.71
2.1	0.192	0.087	1.205	0.586	0.000	1.146	0.953	0.298	3.374
2.2	0.826	2.966	0.000	0.099	0.000	7.355	10.000	0.215	0.108
Suma	1.02	3.05	1.20	0.69	0.00	8.50	10.95	0.51	3.48
3.1	0.374	0.184	0.412	0.150	0.002	0.077	0.159	0.727	1.169
3.2	0.004	0.003	0.122	0.000	0.002	0.012	0.007	0.007	0.214
3.3	3.129	3.364	0.908	1.029	1.150	2.480	1.302	4.082	2.214
3.4	0.029	0.287	0.605	0.085	0.137	0.132	0.296	0.127	0.141
Suma	3.54	3.84	2.05	1.26	1.29	2.70	1.76	4.94	3.74
4.1	3.548	3.548	3.548	2.258	2.258	8.194	7.419	6.903	4.839
4.2	3.318	3.447	1.239	4.848	7.215	1.163	1.090	0.635	3.191
Suma	6.87	7.00	4.79	7.11	9.47	9.36	8.51	7.54	8.03
5.1	1.134	5.900	2.197	0.579	2.672	0.531	0.771	4.874	0.077
5.2	1.821	5.156	0.189	4.201	4.704	3.121	1.896	5.260	1.303
Suma	2.95	11.06	2.39	4.78	7.38	3.65	2.67	10.13	1.38
6.1	1.802	1.802	0.000	0.000	2.135	0.000	0.000	1.946	0.000
6.2	1.667	1.667	0.000	0.000	10.000	0.000	0.000	3.333	0.000
6.3	0.014	0.014	0.000	0.000	10.000	0.000	0.000	0.021	0.000
Suma	3.48	3.48	0.00	0.00	22.14	0.00	0.00	5.30	0.00
7.1	0.652	0.843	2.627	1.896	1.244	1.705	1.475	3.246	6.577
7.2	0.727	0.364	0.000	0.727	0.182	0.364	0.364	1.636	0.000
7.3	1.381	1.558	3.878	0.867	0.475	2.000	1.315	2.486	2.994
7.4	1.363	1.613	7.953	0.290	1.862	0.614	0.389	0.664	4.443
Suma	4.12	4.38	14.46	3.78	3.76	4.68	3.54	8.03	14.01
8.1	1.176	0.867	1.083	1.160	0.409	1.746	1.274	0.483	4.014
8.2	0.000	5.860	0.398	8.236	8.229	9.183	3.190	7.228	1.216
Suma	1.18	6.73	1.48	9.40	8.64	10.93	4.46	7.71	5.23
9.1	0.078	1.868	0.856	2.412	1.829	2.626	1.128	0.000	10.000
Suma	0.078	1.868	0.856	2.412	1.829	2.626	1.128	0.000	10.000
10.1	2.867	1.829	8.146	0.317	2.086	6.328	6.328	0.860	1.558
10.2	0.455	1.673	0.000	1.818	1.145	1.273	0.455	10.000	0.000
Suma	3.32	3.50	8.15	2.13	3.23	7.60	6.78	10.86	1.56
11.1	1.523	0.413	2.441	0.994	0.000	0.626	1.609	1.404	5.637
11.2	0.070	0.012	0.436	0.035	0.000	0.035	0.070	0.089	0.767
Suma	1.59	0.42	2.88	1.03	0.00	0.66	1.68	1.49	6.40
12.1	0.071	0.000	1.060	2.122	0.071	0.000	0.188	0.127	3.636
12.2	1.170	0.049	7.443	0.397	0.000	0.043	0.015	0.750	0.958
Suma	1.24	0.05	8.50	2.52	0.07	0.04	0.20	0.88	4.59
13.1	0.189	0.200	0.186	0.462	0.002	0.040	0.027	0.014	0.027
13.2	0.342	0.196	3.759	0.286	0.043	0.090	0.134	0.327	0.637
Suma	0.53	0.40	3.95	0.75	0.05	0.13	0.16	0.34	0.66

TABLA 3a

PLAN DE EXPANSION

DESAGREGACION DE EFECTOS POR PROYECTO

EFECTO	1 MIEL 1	2 MIEL 2	3 URRA 1	4 FONCE CALIMA 3	5 PORCE 3	6 PORCE 2	7 NECHI A	8 PATIA 1	9
1	6	8	5	4	9	3	7	2	①
2	6	4	5	7	9	2	①	8	3
3	4	2	6	9	8	5	7	①	3
4	8	7	9	6	①	2	3	5	4
5	6	①	8	4	3	5	7	2	9
6	3	3	4	4	①	4	4	2	4
7	6	5	①	7	8	4	9	3	2
8	9	5	8	2	3	①	7	4	6
9	8	4	7	3	5	2	6	9	①
10	6	5	2	8	7	3	4	①	9
11	4	8	2	6	9	7	3	5	①
12	4	8	①	3	7	9	6	5	①
13	4	5	①	2	9	8	7	6	3

Nota: La posición 1 significa que tiene el efecto más alto

EFECTOS

1. Sedimentación en el embalse
2. Calidad de agua afluente al embalse
3. Cambios de calidad de agua en el embalse
4. Impacto por construcción abajo de la presa
5. Cambios en el río receptor de la descarga
6. Impacto por trasvasos
7. Impacto por infraestructura y zonas de préstamo
8. Impacto por excavaciones
9. Líneas de transmisión y accesos
10. Déficit hídrico abajo de la presa
11. Alteración de habitats y microclima
12. Cambio de uso del suelo en el vaso del embalse
13. Expectativa en la cuenca efluente

TABLA 3B:
ORDENAMIENTO DE EFECTOS AMBIENTALES

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
CATALOGO DE PROYECTOS TECNICOS	LA LOMA PAIPA	4 PORTETE	ZIPA 6	PORTETE	S JORGE	CARTAG 4b	TIBITA	CARTAG 4a	S JORG	TIBITA	TIBITA	S JORG	AMAGA	AMAGA	AMAGA		
#	EFECTO AMBIENTAL	2x250	1x150	2x250	1x150	1x300	2x250	1x150	2x300	1x150	1x250	1x300	1x150	1x150	2x250	1x300	1x150
I	Destrucción de hábitats	1	10	2	10	3	7	11	4	11	8	5	6	9	12	12	13
II	Impacto minero	2	8	4	14	6	1	5	7	12	3	13	15	9	10	11	13
III	Suscept. atmosférica regional	7	3	1	2	1	6	5	4	5	6	4	4	6	8	8	8
IV	Contaminación hídrica	1	2	12	11	13	5	3	4	3	7	6	14	8	9	9	10
V	Usos posteriores agua	3	2	5	1	7	4	6	7	6	6	7	6	6	5	5	5
VI	Impacto atmosférico x comb.	7	1	13	3	16	2	12	4	15	5	6	8	11	9	10	14
VII	Impacto atmos. ceniz	5	2	1	7	3	11	4	6	5	10	8	9	12	10	10	12
VIII	Impacto vial y atmosf.	9	16	4	13	6	2	1	8	3	5	12	15	7	10	11	14

1 implica que el proyecto mereció la peor calificación ambiental en ese efecto específico
2 implica que es el segundo en desventaja, etc...

MININAS

INTERCONEXION ELECTRICA S.A.
OFICINA AMBIENTAL
DEPARTAMENTO DE PLANEACION Y DESARROLLO ECOLOGICO

COSTOS AMBIENTALES DE LAS PLANTAS TERMoeLECTRICAS DE CARBON
DEL CATALOGO DE PROYECTOS
PLAN DE EXPANSION - SECTOR ELECTRICO COLOMBIANO

Medellín, Noviembre de 1988

CONTENIDO

1. INTRODUCCION
2. CONTROL DE EMISIONES ATMOSFERICAS
3. MANEJO Y CONTROL DE PATIOS DE CENIZAS
4. MANEJO DE LOS DESECHOS LIQUIDOS
5. CONTROL TERMICO DE EFLUENTES
6. CHIMENEAS
7. SISTEMAS DE MONITORIA AMBIENTAL
8. AREAS VERDES DE AMORTIGUAMIENTO
9. ESTUDIOS AMBIENTALES Y SOCIOECONOMICOS ESPECIALES
10. TABLAS DE RESULTADOS
11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. INTRODUCCION

La construcción, la operación y el mantenimiento de una central térmica de carbón causan impactos al medio ambiente, daños directos o indirectos que deben conocerse, monitorearse y controlarse, según exigencias de las reglamentaciones ambientales emanadas de los Ministerios de Salud y Agricultura y/o de las Corporaciones Autónomas Regionales que tienen a su cargo la ordenación y el manejo de los recursos naturales.

La evaluación económica de los impactos, comunmente llamada "costo ambiental", es usualmente difícil de medir por la gran cantidad de variables que involucra, muchas de ellas de difícil expresión en términos monetarios. En la primera etapa de este trabajo se estimará únicamente los costos de las acciones y programas correctivos y de descontaminación. El propósito es comprobar que los presupuestos de los proyectos cuentan con una reserva adecuada para emprender las acciones ambientales básicas que garanticen el cumplimiento de las normas y reglamentaciones vigentes a nivel de emisiones atmosféricas, manejo de desechos sólidos y vertimientos líquidos.

Además de los costos de inversión y mantenimiento de sistemas de descontaminación, se incluyó el costo de áreas verdes de protección y amortiguamiento y costo de monitoría ambiental. Costos tales como impactos regionales en la productividad agropecuaria, en la salud de la población, en el desgaste de las vías por causa del transporte del carbón y efectos ambientales y socioeconómicos de la minería asociada a la generación termoeléctrica, no se tuvieron en cuenta, básicamente por carencia de la información necesaria. Sin embargo son costos que deben evaluarse en el futuro y para los que se propone reservar un presupuesto mínimo.

Para los presupuestos de cada sistema se consideraron prediseños típicos según tecnologías modernas de manejo ambiental generalmente aceptadas y adaptadas a las posibilidades tecnológicas de nuestro país. Los costos se obtuvieron de estudios de gastos de proyectos Termozipa IV y V, así como propuestas de fabricantes para Paipa II y II, Tasajero y Termoguajira, además de consultas a firmas constructoras y consultoras de amplia experiencia en nuestro medio, consultoría de precios de la carrera de Construcción de la U.N. de Medellín y de los manuales de precios de CAMACOL; sin embargo deben considerarse como preliminares. Se evaluaron costos de instalaciones estándar que pudieran adaptarse a las necesidades de cada planta en particular, por ejemplo, hectárea típica de relleno sanitario, pozo séptico típico para 12 personas, hectárea típica en reforestación, etc.

Una de las mayores dificultades se debe a que en los presupuestos presentados a ISA es usual englobar los costos en ítems como "Equipo electromecánico", "Obra civil", "Montaje, puesta en marcha y entrenamiento de personal", etc. Las acciones específicamente ambientales están contempladas dentro de presupuestos diversos y no se tiene un conocimiento preciso del porcentaje específico de cada rubro al cual pertenecen. Este fue el principal obstáculo para la cuantificación del costo de colección de cenizas (Precipitador electrostático y equipo de manejo y acumulación de cenizas), que incidentalmente es el costo mayoritario de inversión ambiental. Esta imprecisión de la documentación contrasta con otros costos calculados de prediseños de patios de cenizas, arborización y monitoría ambiental predimensionados por ISA, en los cuales pudo manejarse mayor precisión.

Es importante aclarar que el único problema ambiental satisfactoriamente solucionado en las plantas térmicas actuales es la colección de cenizas volantes hasta el silo, ante todo porque es una tecnología de descontaminación que se compra llave en mano, únicamente con la caracterización del carbón y de las cenizas. Las tecnologías de manejo de sólidos y de líquidos son menos tipificables, y exigen mayor investigación de los desechos mismos y del ambiente en el cual serán vertidos, lo que dificulta comprar un equipo de control. El principal reto ambiental de las térmicas y de la ingeniería nacional es solucionar estos problemas, que aunque exigen inversiones mucho más modestas que las requeridas por el equipo de control de polvos, son igualmente importantes desde el punto de vista del ambiente y requieren una voluntad de acción y un conocimiento ambiental por parte de las empresas propietarias y operarias de los proyectos.

2. CONTROL DE EMISIONES ATMOSFERICAS

El decreto 02 de 1982, emanado del Ministerio de Salud, establece normas precisas de emisión particulada a las térmicas de carbón, según capacidad instalada, altitud sobre el nivel del mar y altura de chimenea. Esta condición exige la utilización de equipos de remoción de ceniza volante, generalmente precipitadores electrostáticos, los cuales constituyen el mayor costo de capital del control ambiental en nuestro medio.

Existen modelos (1) (2) (3) que calculan costo del precipitador como una función del área de colección, que a su vez depende del volumen de gases a tratar, de la velocidad de migración de las partículas y de la eficiencia requerida. Contemplan costos de capital totales, es decir costos del equipo, instrumentación,

impuestos y fletes, costos directos e indirectos de instalación, además de costos anuales de operación. Sin embargo, hasta donde fué posible se extrapolaron las experiencias de cada empresa en materia de costos de sus precipitadores.

Los costos de mantenimiento se consideraron un 12.8% del costo de inversión (1)

Aquí no se consideró la necesidad de desazufamiento (desulfurización), ya que los impactos generados por plantas del orden de 150 MW están aproximadamente dentro de las normas de calidad ambiental. Sin embargo, las centrales de 300 a 600 MW empezarán a requerir ese tipo de tratamiento, el cual tiene un costo hasta varias veces mayor que el de material particulado (entre 3 y 20 veces, dependiendo del contenido de azufre, del sistema utilizado y de las normas de cada país) (4).

3. MANEJO Y CONTROL DE PATIOS DE CENIZAS

Se consideró que las cenizas deben manejarse en forma seca, transportarse en vehículos apropiados, colocarse en relleno sanitario impermeabilizado y bien drenado, compactarse en terrazas y estabilizarse con cubierta de tierra engramada.

Se evaluaron costos por hectárea típica de relleno sanitario controlado.

Los costos de inversión serán (expresados en pesos col de nov de 1988) :

. Costo de terrenos.....	\$ 100.000 a \$ 1'000.000/ha
. Costo de nivelación del terreno.....	15'000.000/ha
. Costo de impermeabilización del lote (20 a 40 cm de arcilla compactada).....	4'000.000 a 8'000.000/ha
. Drenajes para el control de aguas subterráneas y de escorrentía.....	4'000.000/ha
. Costo de cercas y barreras confinadoras (bermas y tabiques).....	500.000/ha
. Equipo de transporte, colocación y compactación de la ceniza.....	\$110'00025.000.000

Los costos de mantenimiento serán:

. Costo de operación y mantenimiento equipo de cenizas	\$782/ton
. Costo de tierra y grama para estabilización de terrazas.....	4'000.000/ha
. Costo de mantenimiento de canales y drenajes (2% de la inversión).....	175.000/ha

Los costos de la monitoria ambiental (pozos de control de aguas freáticas, análisis de aguas y mediciones de material

particulado) y del tratamiento de lixiviados se consideran aparte.

4. MANEJO DE LOS DESECHOS LIQUIDOS

Los desechos líquidos generados en las plantas térmicas causan aumento de sólidos, coliformes, grasas, metales pesados, temperatura y conductividad eléctrica, cambios del pH y reducción de oxígeno. Para cumplir con las reglamentaciones de vertimientos, las instalaciones deben efectuar el tratamiento previo a la descarga de aguas industriales y domésticas.

Los presupuestos para el control de los desechos líquidos deben contemplar la adecuada colección, transporte, tratamiento, control y vertimiento de los desechos industriales y domésticos, consistentes principalmente en:

- . Lixiviados de los patios de ceniza y de carbón
- . Lavado de planta de tratamiento de agua para caldera
- . Purgas y aguas de lavado de maquinaria y de aseo de la planta
- . Desechos domésticos.

Dependiendo de la localización y características de operación de cada planta térmica, pueden plantearse una o varias plantas de tratamiento. El presupuesto que aparece a continuación se basa en un estimativo del tratamiento químico completo para lixiviados de ceniza y lavado de plantas, precipitación con cal para lixiviados de carbón y pozos sépticos convencionales para el tratamiento de los desechos domésticos.

Los costos de inversión lo constituyen (expresados en pesos colombianos de nov. de 1988) :

- . Drenajes y alcantarillas (500 m x \$2.000/ml).....\$ 1'000.000
- . Planta química de tratamiento completo\$1 a 1.5 millones/l-s
- . Planta para tratamiento de lixiviados del carbón (precipitación con cal)..... 300.000 /l-s
- . Pozo séptico para 12 personas (incluido el campo de infiltración)..... 70.000

Los costos de mantenimiento lo constituyen:

- . Reactivos químicos (alumbre, cal, soda, etc.)..... \$10 a \$100/m³
- . Depreciación y mantenimiento de equipos (2% costo de equipos).....
- . Personal (1 tecnólogo químico)..... 1'800.000

Los costos de inversión y mantenimiento dependerán del caudal a tratar, de la carga contaminante del desecho y de la remoción requerida según el uso posterior del recurso. Plantas de

tratamiento secundario serán mucho más costosas que aquellas de tratamiento primario.

5. CONTROL TERMICO DE EFLUENTES

Las centrales usualmente utilizan agua como medio refrigerante para sus procesos de condensación, lo que causa un incremento apreciable de su temperatura. El vertimiento de estas aguas puede acarrear problemas ecológicos importantes en los ríos receptores, al interferir procesos químicos y biológicos de la vida del río. Como solución, se plantean diferentes sistemas de enfriamiento y recirculación del agua, los cuales difieren en diseños, costos y efectividad.

En los proyectos considerados se tienen torres de enfriamiento en circuito abierto, torres de enfriamiento en circuito cerrado y condensador enfriado con aire. Los costos varían ampliamente según el sistema, la temperatura del aire y la temperatura final requerida. La literatura reporta costos promedio de inversión entre 35 y 45 U.S. dólares de 1983/kW (4), o 1.7% de la inversión total del proyecto(5).

La inversión de la torre puede ser indispensable para la operación de la planta y que su construcción no se deba a un ánimo de protección ambiental, sin embargo, su existencia se puede considerar como tal.

Los costos de operación de la torre son altos, pues requieren del orden del 3% de la energía de la unidad. Sin embargo, en este trabajo no se consideró este costo, al estar incluido dentro de los cálculos de la eficiencia energética de la planta.

6. CHIMENEAS

Las chimeneas son estructuras necesarias para el control ambiental, al permitir una adecuada dispersión de los contaminantes atmosféricos y por ende, un menor impacto en la calidad del aire en su zona de influencia. El decreto 02 de 1982 especifica alturas de referencia y alturas mínimas requeridas en función del consumo energético horario.

Lamentablemente este rubro generalmente no aparece específicamente como estructura de chimenea, sino que está diluido en cantidades de obra como excavaciones, fundaciones, hormigón armado, etc.

Se ha reportado valores de 4.6 y de 5.6% del costo total de obras civiles (5)

7. SISTEMAS DE MONITORIA AMBIENTAL

La generación termoeléctrica basada en carbón presenta multitud de sistemas potencialmente contaminantes, que requieren de una permanente monitoria, que garantice el adecuado funcionamiento de cada uno de los equipos y sistemas de descontaminación, evaluando las descargas netas y los efectos de esas descargas en la calidad ambiental. No es recomendable delegar la monitoria ambiental en consultores externos, por razones de costos y de operatividad de los sistemas. Usualmente el conocimiento químico del personal a cargo del tratamiento de agua de caldera permitiría, con un entrenamiento básico en las tecnologías de medición y análisis del ambiente y de las reglamentaciones vigentes, asumir el papel de la monitoria ambiental de la planta. El personal requerido para esta labor se estima en un tecnólogo ambiental y un profesional en ciencias del ambiente. Se asume que la planta cuenta con Tecnólogos Químicos que pueden aportar parte de su tiempo en el análisis de muestras.

Los costos de inversión serían los siguientes (expresados en pesos colombianos de nov. de 1988):

. Equipo de mediciones ambientales (equipo portatil atmosférico, hídrico y meteorológico).....	\$12'100.000
. Red de muestreo (limnómetro, pozos control aguas freáticas, casetas meteorología, etc.).....	2'000.000
. Vehículo Campero (medio tiempo).....	5'000.000
. El laboratorio de agua de caldera puede utilizarse (no se requiere inversión en equipo de laboratorio especial).....	0

Los costos anuales de operación comprenderían:

. Contratos externos (mediciones isocinéticas, Análisis metales pesados).....	2'000.000
. Reactivos y material de prueba.....	\$500.000 a 700.000
. Personal (1 profesional y 1 tecnólogo).....	4'800.000
. Mantenimiento y operación vehículo (medio tiempo).....	2'000.000

8. AREAS VERDES DE PROTECCION Y AMORTIGUAMIENTO

En plantas termoeléctricas resultan especialmente convenientes los cinturones verdes, ya que menguan la velocidad de los vientos, evitan en gran medida la caída aerodinámica de penachos de chimeneas y la resuspensión de cenizas del relleno sanitario, permitiendo así que el efecto atmosférico en zonas aledañas sea

menor. Por otra parte, el impacto visual y paisajístico se reduce notablemente.

Se ha calculado una zona mínima de 100m de amortiguamiento, franja que permite desarrollar una barrera cortaviento apropiada, con una composición florística que asegure pequeños tamaños de arbustos en las periferias y tamaños crecientes hacia el centro, para presentar un gradiente apropiado de resistencia a los vientos.

Los principales costos de inversión serían (expresados en pesos colombianos de nov 1988):

. Costo de terrenos.....	\$100.000 a \$1'000.000 / ha
. Costo de la plantación (preparación terreno y siembra).....	85.000 a 100.000 / ha
. Costo de cercos.....	550 / m

Los principales costos de mantenimiento serían:

. Cuidado de la plantación durante los 3 primeros años.....	\$35.000 / ha
. Mantenimiento de cercos y vigilancia después del tercer año, se asume que lo provee servicios generales de la empresa.....	0

9. ESTUDIOS AMBIENTALES Y SOCIOECONOMICOS ESPECIALES

Se ha considerado conveniente reservar un presupuesto mínimo para estudios ambientales y socioeconómicos de interés, que deben desarrollarse a medida que la monitoría ambiental defina la magnitud, importancia y prioridad de los mismos.

Se reservaron 55 millones de pesos de 1988 para estudios básicos epidemiológicos para detectar impacto en salud humana y rendimiento agropecuario y forestal, apoyo a estudios de mejoramiento socio-ambiental del renglón minero, etc.

10. CUADRO DE RESULTADOS

11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Los únicos gastos de inversión ambiental reportados consistentemente, comprenden los precipitadores electrostáticos y equipo colector de cenizas, las chimeneas y las torres de enfriamiento.
2. La disposición de las cenizas y el control de efluentes líquidos no está adecuadamente presupuestado, lo que implicaría un cubrimiento parcial de las obligaciones ambientales por estos conceptos.
3. Usualmente no se presupuestan sistemas de monitoría ambiental, áreas verdes de amortiguamiento ni estudios ambientales y socioeconómicos especiales.
4. El mayor costo ambiental requerido por las plantas térmicas es el control de emisiones atmosféricas. Requiere del orden del 63.1% del costo de inversión ambiental y del 84.1% del costo de mantenimiento ambiental.
5. El programa de disposición de cenizas en rellenos sanitarios requiere un modesto 3.35% de la inversión ambiental inicial, pero tiene un costo importante del mantenimiento ambiental, con un 13.48%
6. El costo de inversión de torre de enfriamiento es considerable, 22.72%. No se tuvo en cuenta costos de energía dentro del costo de mantenimiento.
7. Las chimeneas requieren aproximadamente el 8.4% de la inversión ambiental.
8. Los costos que usualmente están adecuadamente presupuestados, es decir, precipitadores, tratamiento de efluentes térmicos y chimeneas, suman el 95.3% de total de la inversión ambiental.
9. El restante 4.7%, a pesar de su bajo costo comparativo, tiene una inmensa importancia ambiental y debe presupuestarse adecuadamente, para poder contar con reservas para el adecuado manejo ambiental de la planta en las etapas de construcción y operación.

ANEXO 1
COSTOS DE SISTEMAS Y EQUIPOS DE DESCONTAMINACION
PROYECTOS TERMOELECTRICOS DEL CATALOGO

COSTOS EN DOLARES DE DIC DE 1986

VARIABLES	TERMO PAIPA IV	TERMO ZIPA VI	TERMO AMARA 150	TERMO AMARA 300	TERMO TIBITA 150	TERMO TIBITA 300	TERMO SN JORGE 150	TERMO SN JORGE 250
Area patios carbón (Apc, ha)	1.5	1.5	1	2	6	12	2.7	4.5
Area patios cenizas (Apcen, ha)	24.7	14	11.8	23.3	14.5	26.9	15.1	34.1
Area total ocupada (Ao, ha)	43	43	24	25	36.6	50	47.1	62.4
Radio medio area ocupada (R, M)	3.70	3.70	2.77	2.82	3.39	4.01	3.89	4.46
Costo de terrenos (\$/ha)	600000	1000000	1000000	1000000	2000000	2000000	1000000	1000000
Nº personas operación	130	130	130	140	130	150	130	148
Precipitación media multianual (Pa, m)	0.75	0.743	0.22	2.22	0.765	0.765	2.26	2.26
Evapotranspiración (ET, m)	1.1	1.06	1.45	1.45	0.958	0.958	1.429	1.43
Excedente hídrico (e)	0	0	0.77	0.77	0	0	0.831	0.83
Caudal agua reposición (Qrep m³/s)	0.186	0.186	0.184	0.368	0.008	0.016	0.2	0.333
Operación diaria sólidos (m³/s, den=0.5)	520	294	248	496	306	566	402	718
COSTOS PORVENCIONADOS	Inv. Inicial	Gasto anual	Inv. Inicial	Gasto anual	Inv. Inicial	Gasto anual	Inv. Inicial	Gasto anual
CONTROL EMISIONES ATMOSFERICAS								
1.1 Costos de Capital, precipitadores y equipo extractor y colector de ceniza	8400000		8400000		8400000	16800000	8400000	16800000
1.2 Operación y Mto. anual (12.8 % costo)		1075000		1075000		2150000		2150000
SUBTOTAL	\$8,400,000	\$1,075,000	\$8,400,000	\$1,075,000	\$8,400,000	\$16,800,000	\$8,400,000	\$16,800,000
TRATAMIENTO DE CENIZAS								
2.1 Costo de terrenos	41644.2		39340		3316	6547	8149	15118
2.2 Nivelación y adecuación terreno	166576.8	41644.2	94416	23604	79579	19895	157135	39284
2.3 Impermeabilización lote	88840.96	22210.24	50355	12589	21221	5305	41903	10476
2.4 Arenajes lixiviados y aguas lluvias	27762.8	6940.7	15736	3934	12663	3316	26189	6547
2.5 Cercas, bermas y barreras	2221.024	555.256	1259	315	1061	265	2095	524
2.6 Equipo Tte, colocación y comp.ceniza	309100	208903.83	309100	118020	309100	99631	309100	199257
2.7 Estabilización superficial terrazas		11105.12		6294		5305		10476
2.8 Sistema humidificación compactación	1686	562	1686	562	1686	562	1686	562
SUBTOTAL	\$637,832	\$291,921	\$511,892	\$165,318	\$429,226	\$134,280	\$544,656	\$267,125
TRATAMIENTO DE DESECHOS LIQUIDOS								
3.1 Canales colectores desechos	2810	56.2	2810	56.2	2810	56.2	2810	56.2
3.2 Estructuras-instalación planta Quim.	39350	495	39325	278	39385	467	78771	922
3.3 Pozos sépticos	2131	43	2131	43	2131	43	2295	46
3.4 Químicos y reactivos (año 128)		1114		812		591		1178
SUBTOTAL	\$44,491	\$1,708	\$44,466	\$1,189	\$44,326	\$1,157	\$63,875	\$2,202
CONTROL TERMICO EFLUENTES								
4.1 Torre enfriamiento o similar	2975000		2870000		3010000		5200000	
SUBTOTAL	\$2,975,000	\$0	\$2,870,000	\$0	\$3,010,000	\$0	\$5,200,000	\$0
QUIMENAS								
5.1 Estructura y aislamiento térmico	684000		1324000		1324000		2085000	
SUBTOTAL	\$684,000	\$0	\$1,324,000	\$0	\$1,324,000	\$0	\$2,085,000	\$0
SISTEMAS DE MONITORIA AMBIENTAL								
6.1 Equipo de muestreo	33720		33720		33720		33720	
6.2 Red de muestreo	5620		5620		5620		5620	
6.3 Reactivos y material de prueba		1405		1405		1405		1405
6.4 Personal		13488		13488		13488		13488
6.5 Contratos externos		5620		5620		8430		5620
6.6 Vehículo		14050		14050		14050		14050
SUBTOTAL	\$39,340	\$34,563	\$39,340	\$34,563	\$39,340	\$34,563	\$39,340	\$34,563
AREAS VERDES DE AMORTIGUAMIENTO								
7.1 Costo de terrenos reforestación	44561		74347		5771		5868	
7.2 Cercos	4565		4566		3656		3711	
7.3 Costo plantación	6313		6319		4906		4988	
7.4 Costo mantenimiento 18 al 38 años		2599		2602		2020		2054
SUBTOTAL	\$55,439	\$2,599	\$85,232	\$2,602	\$14,333	\$2,020	\$14,567	\$2,054
ESTUDIOS SOCIO-AMBIENTALES ESPECIALES								
8.1 Estudios epidemiológicos	14050		14050		14050		14050	
8.2 Aportes estudios desarrollo social y ambiental sector minero	84300		84300		84300		84300	
8.3 Previsión otros estudios	56200		56200		56200		56200	
SUBTOTAL	\$96,350	\$0	\$96,350	\$0	\$96,350	\$0	\$96,350	\$0
GRAN TOTAL	\$12,934,452	\$1,405,792	\$13,373,281	\$1,278,672	\$13,359,576	\$1,247,020	\$24,865,788	\$2,458,754

TABLA 2
COSTOS DE SISTEMAS Y EQUIPOS DE DESCONTAMINACION
PROYECTOS TERMOELECTRICOS DEL CATALOGO (En U.S. dólares de dic de 1986)

COSTOS PORMENORIZADOS	TERMO PAIPA IV		TERMO ZIPA VI		TERMO AMAGA 150		TERMO AMAGA 300		TERMO TIBITA 150		TERMO TIBITA 300		TERMO SN JORGE 150		TERMO SN JORGE 250		PROMEDIO	INTERPROYECTOS	
	Inv. Inicial	Gasto anual	Inv. Inicial	Gasto anual	Inv. Inicial	Gasto anual	Inv. Inicial	Gasto anual	Inv. Inicial	Gasto anual	Inv. Inicial	Gasto anual	Inv. Inicial	Gasto anual	Inv. Inicial	Gasto anual		% INVER. AMB.	% MANTEN. AMB.
1. CONTROL EMISIONES ATMOSFERICAS *	\$8,400,000	\$1,700,000	\$8,400,000	\$1,075,000	\$8,400,000	\$1,075,000	\$16,800,000	\$2,150,000	\$8,400,000	\$1,075,000	\$16,800,000	\$2,150,000	\$8,400,000	\$1,075,000	\$14,000,000	\$1,792,000		63.91	84.10
% del total	64.94	83.71	62.81	84.07	62.88	86.21	67.56	87.44	59.35	84.03	61.65	86.01	65.02	80.72	67.06	80.58			
2. DISPOSICION DE CENIZAS **	\$637,832	\$291,921	\$511,892	\$165,318	\$429,226	\$134,280	\$544,656	\$267,125	\$460,402	\$165,385	\$586,349	\$305,653	\$502,498	\$217,226	\$695,771	\$387,518		3.35	13.48
% del total	4.93	14.37	3.83	12.93	3.21	10.77	2.19	10.86	3.25	12.93	2.16	12.23	3.89	16.31	3.33	17.43			
3. MANEJO DESECHOS LIQUIDOS **	\$44,491	\$1,708	\$44,466	\$1,189	\$44,326	\$1,157	\$83,875	\$2,202	\$7,884	\$1,990	\$11,106	\$3,847	\$48,745	\$2,255	\$78,175	\$3,828		0.27	0.13
% del total	0.34	0.08	0.33	0.09	0.33	0.09	0.34	0.09	0.06	0.16	0.04	0.15	0.38	0.17	0.37	0.17			
4. TRATAMIENTO EFLUENTES TERMICOS *	\$2,975,000	\$0	\$2,870,000	\$0	\$3,010,000	\$0	\$5,200,000	\$0	\$3,800,000	\$0	\$7,600,000	\$0	\$2,486,000	\$0	\$4,144,000	\$0		22.72	0.00
% del total	23.00	0.00	21.46	0.00	22.53	0.00	20.91	0.00	26.85	0.00	27.89	0.00	19.24	0.00	19.85	0.00			
5. CHIMENEAS *	\$684,000	\$0	\$1,324,000	\$0	\$1,324,000	\$0	\$2,085,000	\$0	\$1,324,000	\$0	\$2,085,000	\$0	\$1,324,000	\$0	\$1,800,000	\$0		8.67	0.00
% del total	5.29	0.00	9.90	0.00	9.91	0.00	8.39	0.00	9.35	0.00	7.65	0.00	10.25	0.00	8.62	0.00			
6. SISTEMA DE MONITORIA AMBIENTAL ***	\$39,340	\$34,563	\$39,340	\$34,563	\$39,340	\$34,563	\$39,340	\$37,373	\$39,340	\$34,563	\$39,340	\$37,373	\$39,340	\$34,563	\$39,340	\$37,373		0.25	2.15
% del total	0.30	1.70	0.29	2.70	0.29	2.77	0.16	1.52	0.28	2.70	0.14	1.50	0.30	2.60	0.19	1.68			
7. AREAS VERDES DE AMORTIGUAMIENTO ***	\$55,439	\$2,599	\$85,232	\$2,602	\$14,333	\$2,020	\$14,567	\$2,054	\$23,347	\$2,344	\$27,899	\$2,828	\$19,382	\$2,768	\$21,517	\$3,068		0.22	0.15
% del total	0.43	0.13	0.64	0.20	0.11	0.16	0.06	0.08	0.16	0.18	0.10	0.11	0.15	0.21	0.10	0.14			
8. ESTUDIOS AMBIENTALES ESPECIALES ***	\$98,350	\$0	\$98,350	\$0	\$98,350	\$0	\$98,350	\$0	\$98,350	\$0	\$98,350	\$0	\$98,350	\$0	\$98,350	\$0		0.61	0.00
% del total	0.76	0.00	0.74	0.00	0.74	0.00	0.40	0.00	0.69	0.00	0.36	0.00	0.76	0.00	0.47	0.00			
TOTAL	\$12,934,452	\$2,030,791	\$13,373,280	\$1,278,672	\$13,359,575	\$1,247,020	\$24,865,788	\$2,458,754	\$14,153,323	\$1,279,282	\$27,250,044	\$2,499,701	\$12,918,315	\$1,331,812	\$20,877,153	\$2,223,787		100.00	100.00

* Ya han sido incluidas en el presupuesto
 ** Parcialmente incluidas en el presupuesto
 *** Normalmente no han sido incluidas en el presupuesto

12 BIBLIOGRAFIA

- 1) J. CASASBUENAS, P. SILVA, "Estudio de alternativas para el control ambiental en plantas térmicas en Colombia", Universidad de América, Bogotá, 1984
- 2) EPA,
- 3) EPA,
- 4) OCDE, "Costs of coal pollution abatement, Results of an international symposium", París, 1983
- 5) PROMELEC, Consultores, Bogotá

Nota: Este documento intenta cuantificar los costos de inversión y mantenimiento de equipos y sistemas de control ambiental en plantas termoeléctricas. Únicamente se presupuestaron las acciones a realizar para el control de las nuevas unidades en forma independiente. En los casos en que se plantea ampliación en instalaciones preexistentes, no se presupuesta las acciones adicionales que permitirían a la totalidad de la planta cumplir con las normas establecidas, costos que deberán ser compartidos por las unidades antiguas y nuevas.

12 BIBLIOGRAFIA

- 1) J. CASASBUENAS, P. SILVA, "Estudio de alternativas para el control ambiental en plantas térmicas en Colombia", Universidad de América, Bogotá, 1984
- 2) R. B. NEVERIL, J. U. PRICE, K. L. ENGD AHL, " Capital and operating costs of selected air pollution control systems", APCA reprints series, Pittsburg, 1979
- 3) H. J. WHITE, " Electrostatic precipitation of fly ash", APCA reprint series, Pittsburg, 1977
- 4) OCDE, "Costs of coal pollution abatement, Results of an international symposium", París, 1983
- 5) PROMELEC, Consultores, Bogotá

10-504
15 DIC. 1988

INTERCONEXION ELECTRICA S.A.

EVALUACION DE IMPACTOS ECOLOGICOS Y SOCIECONOMICOS

DEL PLAN DE EXPANSION

INFORME EJECUTIVO

OFICINA AMBIENTAL

OCTUBRE 1988

INTERCONEXION ELECTRICA S.A.
OFICINA AMBIENTAL
DEPARTAMENTO DE PLANEACION Y DESARROLLO ECOLOGICO

CALIFICACION AMBIENTAL DE LOS PROYECTOS DEL PLAN DE EXPANSION

INFORME RESUMEN 1

Medellín, Octubre 18 de 1988

INTRODUCCION

Debido a la nueva conciencia sobre la necesidad de mitigar los impactos ambientales de los proyectos de energía, han surgido costos considerables que no habían sido tenidos en cuenta en la elaboración de los antiguos planes de expansión. El Ministerio de Minas y Energía sugirió la internalización de las llamadas "externalidades ambientales y socioeconómicas". Esta idea fue respaldada por el Banco Mundial, quien incluyó aspectos socioeconómicos y ambientales como condicionantes en las negociaciones de préstamos.

Desde 1986, Isa está trabajando en la recopilación de la información requerida y en el desarrollo de la metodología para la calificación ambiental de proyectos de generación, como primer paso en la evaluación de costos ambientales.

1. OBJETIVOS

Comparar ambientalmente y separadamente los proyectos hidráulicos y termoeléctricos del catálogo de proyectos para recomendar la selección de los menos deletéreos desde el punto de vista ambiental.

2. METODOLOGIA DE CALIFICACION AMBIENTAL DE PROYECTOS

Se diseñó una metodología de calificación de los proyectos hidráulicos y térmicos, evaluando sus problemáticas ambientales típicas y comparándolos por medio de una caracterización de efectos ecológicos.

1. Tomado de CALIFICACION AMBIENTAL DE LOS PROYECTOS DEL PLAN DE EXPANSION. INFORME FINAL, ETAPA I. ISA, Dpto. de Planeación y Desarrollo Ecológico, Octubre de 1988.

La metodología compara proyectos entre sí, lo que es nuevo en el Sector Eléctrico. No reemplaza los estudios de impacto ambiental, ni la complementación a estos estudios que se encuentre necesario hacer para clarificar la problemática ambiental asociada a cada uno de los proyectos.

Se partió de una lista de efectos ecológicos típicos encontrados por lo general en proyectos hidro y termoeléctricos (13 para hidroeléctricos y 8 para termoeléctricos), los cuales se cuantifican con base en los datos específicos de cada proyecto. Se diseñaron de tal forma que un alto valor indica siempre un mayor efecto ecológico negativo.

Los proyectos con mayor puntaje son los más deletéreos y probablemente causarán mayores costos en la mitigación de su problemática ambiental asociada.

3. RESULTADOS DE LA CALIFICACION AMBIENTAL DE PROYECTOS

A continuación se presenta la calificación ambiental de todos los proyectos estudiados, (mayor puntaje significa mayor daño ambiental).

3.1 Térmicas

PROYECTO		CALIFICACION AMBIENTAL
		Mayor daño ambiental
1.	LA LOMA (2x250)	65.14
2.	PAIPA (1x150)	64.58
3.	PORTETE (2x250)	62.84
4.	ZIPA VI (1x150)	55.60
5.	PORTETE (1x300)	52.72
6.	SAN JORGE (2x250)	50.05
7.	CARTGN 4b (1x150)	46.56 (carbón de Córdoba)
8.	TIBITA (2x300)	39.58
9.	CARTGN 4a (1x150)	38.16 (carbón del Cerrejón)
10.	SAN JORGE (1x250)	31.37
11.	TIBITA (1x300)	30.34
12.	TIBITA (1x150)	24.51
13.	SAN JORGE (1x150)	23.20
14.	AMAGA (2x150)	18.62
15.	AMAGA (1x300)	18.50
16.	AMAGA (1x150)	15.42
		Menor daño ambiental

3.2 Hidroeléctricas

Los proyectos jerarquizados con sus respectivos puntajes y ordenados de mayor a menor efecto ambiental son:

1	PATIA 1	64.81	-	6	MIEL 2	46.99
2	NECHI A	62.06	-	7	PORCE 2	43.43
3	CALIMA 3	58.56	-	8	FONCE	38.15
4	PORCE 3	53.59	-	9	MIEL 1	31.80
5	URRA 1	52.75	-			

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Térmicas

En el cuadro 1 se sitúan los proyectos térmicos estudiados en el marco de referencia de su calificación ambiental y de su energía. De allí se concluye lo siguiente:

- a. No se cuenta con proyectos de alta energía y bajo impacto ambiental.
- b. La Primera Opción está conformada por proyectos de bajo impacto ambiental y de mediana a baja energías:

AMAGA (1X150)
AMAGA (1x300)
AMAGA (2x150)
SAN JORGE (1X150)
TIBITA (1X150)

- c. La segunda opción está conformada por proyectos de mediano daño ambiental y de mediana y alta energía:

TIBITA (2x300)
TIBITA (1x300)
SAN JORGE (1x250).

CUADRO 1
CALIFICACION AMBIENTAL vs. ENERGIA
CATALOGO DE PROYECTOS TERMOELECTRICOS

Energía (GWh/año)	BAJA	MEDIA	ALTA
	790	1316 a 1580	2633 a 3160
Calificación Ambiental (puntos)			
ALTA mas de 45	PAIPA IV ZIPA VI CTGN 4b	PORTETE (1x300)	LA LOMA (2x250) S JORGE (2x250) PORTETE (2x250)
MEDIA 30 a 45	CTGN 4a	S JORGE (1x250) TIBITA (1x300)	TIBITA (2x300)
BAJA menos de 30	AMAGA 1x150 TIBITA (1x150) S JORGE (1x150)	AMAGA (1x300) AMAGA (2x150)	

d. Por su considerable impacto y su baja energía, no se recomienda la opción de Cartagena IV a. La creciente contaminación de la Bahía de Cartagena plantea una grave restricción a nuevos desarrollos industriales.

e. Por su alto impacto, no se recomiendan:

LA LOMA	(2x250)
SAN JORGE	(2x250)
PORTETE	(2x250)
PORTETE	(1x300)
PAIPA IV	(1x150)
ZIPA VI	(1x150)
CARTAGENA 4b	(1x150)

46.5

Las térmicas de PAIPA IV, ZIPA VI y CARTAGENA 4b son las menos elegibles por presentar la desfavorable conjunción de alto impacto ambiental y baja energía. En la actualidad las tres plantas están transgrediendo reglamentaciones ambientales y no es recomendable ampliar su capacidad. Adicionalmente, la reglamentación ambiental vigente exige que al hacer una ampliación, las plantas deben resolver conjuntamente los problemas ambientales previos y acarreados por la nueva unidad en forma unificada, situación que

exigiría tales costos y dificultades en la tecnología de descontaminación, que la aparente ventaja de las infraestructuras preexistentes se transforma en desventaja por la inversión que implica en los mencionados sistemas de descontaminación.

- f. En general, puede afirmarse que las térmicas del mar, Portete 2x250, Portete 1x300 y Cartagena IV a y IV b, tienen peor calificación ambiental que las térmicas del interior, debido principalmente a la alta susceptibilidad hídrica y atmosférica impuesta por climas excesivamente secos, con pocas posibilidades de soportar los impactos ambientales que implican las térmicas y creando competencia entre el uso industrial del agua frente a usos tan prioritarios como el doméstico y el agrícola.

Otra característica que implica una peor calificación de las térmicas de la Costa, es que se apoyan en minería a cielo abierto, mucho más deletérea que la subterránea del interior del país.

- g. El considerable impacto ambiental de La Loma se debe, no sólo a su gran tamaño, sino al hecho de encontrarse en una zona árida de alta susceptibilidad atmosférica e hídrica.

El consumo de agua de la térmica plantea déficit hídrico aguas abajo, donde hay alto consumo humano y agropecuario.

- h. La mejor calificación de Amagá 1x150 y 2x150 se debe a una buena condición ambiental preexistente, a un modesto impacto ambiental impuesto por el proyecto y a un mínimo impacto en las actividades humanas de la región (zona rural con uso extensivo de ganadería). Esto, a pesar de tener un carbón de bajo poder calorífico.

- i. Tibita 1x150 y San Jorge 1x150 presentan muy buenos puntajes, reflejo de su localización en zonas sin mayor contaminación preexistente, unido a una modesta exigencia ambiental de los proyectos y moderado impacto en actividades antrópicas regionales. Debe hacerse la salvedad, sin embargo, de que estas unidades de 150 MW aún no han sido estudiadas, lo que impide que puedan ser consideradas para entrar a corto plazo.

4.2 Hidroeléctricas

PATIA I

Este proyecto tiene como problemática principal la colmatación de 4% del embalse muerto por año, debido a una tasa de denudación del suelo de 3000 m³/km²-año. Este proyecto requiere la

reconstrucción de un tramo de Carretera Panamericana, además de la construcción de líneas en longitudes relativamente largas por estar distanciadas del sistema interconectado nacional.

La creación de un embalse de 83 km de longitud en un clima muy seco producirá además cambios microclimáticos, es decir procesos de enfriamiento de masas de aire que pueden afectar la vegetación y agricultura local.

NECHI A

Se crea un tramo de caudal disminuido, aproximadamente de 110 km hasta la desembocadura al río Cauca, debido a la desviación total del río Nechí. Se generan problemas por incremento de la explotación minera aguas abajo de la presa. El proyecto también incluye trasvasos, con las consecuencias anotadas para este efecto en el proyecto Calima III.

CALIMA III

Este proyecto está considerado con 8 trasvasos de otras cuencas de la región, causando impacto por:

Déficit de agua en 8 cuencas, reduciendo la fertilidad de las planicies aluviales de las mismas. Por otra parte se puede perder la potencialidad del uso del agua.

Por el impacto de la construcción aguas abajo de la presa se tiene:

Posible socavación y sedimentación en el lecho aguas abajo y disminución de la calidad del agua debido al incremento de sedimentos producto de la construcción.

PORCE III

Las excavaciones para las obras principales, incluyendo 14 Km de túneles, causan problemas erosivos de gran magnitud.

La excavación de túneles, carreteras de acceso y obras principales, también crean problemas de calidad de aguas en los sitios de las obras e inducen a la colonización de áreas cercanas a las vías.

URRA I

Influye principalmente en los usos aguas abajo, durante el tiempo de llenado (57 días) y operación del proyecto, para sostener la actividad económica de la región. Se esperan cambios en el uso del suelo y calidad del agua del embalse. Así mismo en la dinámica natural del río Sinú y de las ciénagas.

Comparativamente con los otros proyectos es el que más requiere zonas de préstamo de material de lecho y cantera.

MIEL II

Se crea un déficit de agua en una longitud de 18.4 km, abajo de la presa, afectando los usos actuales y potenciales de la región. La proporción de caudal turbinado al caudal medio natural del río puede influir en las poblaciones de peces.

PORCE II

Tiene problemáticas en la calidad del agua por la cercanía aguas arriba de poblaciones urbanas.

FONCE

Se crean expectativas en la cuenca efluente por la disminución del caudal del río Fonce.

MIEL I

Se esperan efectos en la planicie por el trasvaso de 20 m³/s del río Guarínó.

Partiendo de la hipótesis de que todos los proyectos de generación de energía causan algún daño ambiental y de que ese deterioro se puede presentar en diferentes escenarios de generación de energía, se muestran los proyectos calificados ambientalmente, dentro de estos escenarios. Véase cuadro 2.

Del cuadro 2 se desprenden las siguientes conclusiones y recomendaciones:

1. Desde el punto de vista ambiental, el orden de elegibilidad debe favorecer proyectos con poco puntaje (asociados a bajo daño ambiental) . Proyectos con alto puntaje ambiental (asociado a alto daño ambiental) y de baja generación de energía deben ser última opción.
2. Los proyectos más recomendables ambientalmente, por tener bajo puntaje en la comparación ambiental, son Fonce y Porce 2 dentro de categoría de media energía y Miel 1 dentro de categoría de baja energía.
3. En segundo rango de elegibilidad están los proyectos Porce 3, Urrá 1 y Miel 2. Desde el punto de vista ambiental, igualmente recomendables. El primero clasificado

como de alta energía y los dos últimos como de energía baja y media.

Los proyectos Porce 2 y 3 tienen problemas de calidad de aguas, situación que afecta más las estructuras físicas de sus instalaciones que el ambiente mismo, por tratarse de un sistema hídrico altamente degradado.

- Los proyectos Patía 1, Nechi A y Calima III, tienen calificación alta y por consiguiente son los proyectos con mayor problemática ambiental.

CUADRO 2
CALIFICACION AMBIENTAL vs. ENERGIA MEDIA
PROYECTOS HIDROELECTRICOS MAS OPCIONADOS

Energía (GWh/año)	BAJA	MEDIA	ALTA
	menos de 2000	2000 a 4000	más de 4000
Calificación Ambiental (puntos)			
ALTA Mayor de 55	CALIMA III		PATIA 1 NECHI A
MEDIA 45 a 55	URRA 1	MIEL 2	PORCE 3
BAJA Menor de 45	MIEL 1	PORCE 2 FONCE	

como de alta energía y los dos últimos como de energía baja y media.

Los proyectos Porce 2 y 3 tienen problemas de calidad de aguas, situación que afecta más las estructuras físicas de sus instalaciones que el ambiente mismo, por tratarse de un sistema hídrico altamente degradado.

4. Los proyectos Patía 1, Nechi A y Calima III, tienen calificación alta y por consiguiente son los proyectos con mayor problemática ambiental.

CUADRO 2
CALIFICACION AMBIENTAL vs. ENERGIA MEDIA
PROYECTOS HIDROELECTRICOS MAS OPCIONADOS

Energía (GWh/año)	BAJA	MEDIA	ALTA
	menos de 2000	2000 a 4000	más de 4000
Calificación Ambiental (puntos)			
ALTA Mayor de 55	CALIMA III		PATIA 1 NECHI A
MEDIA 45 a 55	URRA 1	MIEL 2	PORCE 3
BAJA Menor de 45	MIEL 1	PORCE 2 FONCE	

EVALUACION DE IMPACTOS SOCIOECONOMICOS

DE LOS PROYECTOS HIDROELECTRICOS

DEL PLAN DE EXPANSION. SISTEMA ELECTRICO COLOMBIANO

PERIODO 1994-2002

INFORME EJECUTIVO

ETAPA I

DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS ECONOMICOS

ISA

1988

1. PRESENTACION

Se presenta en este documento un resumen esquemático del proceso y los resultados de la Evaluación socioeconómica de las centrales hidroeléctricas consideradas en el Plan de Expansión, período 1994-2001.

Se advierte sobre el carácter preliminar tanto de las metodologías como de los resultados, dada la relativa escasez y baja calidad de la información socioeconómica que fué tomada como punto de partida para este trabajo, y dada además, la incipiente reflexión analítica sobre estos asuntos en nuestro medio.

En este sentido los principales resultados prácticos que se derivan de este trabajo son los siguientes:

1. Identificación de la problemática socioeconómica más relevante (costos, beneficios y posibles medidas mitigatorias y remediales) involucrada en cada uno de los 24 emprendimientos hidroeléctricos.
2. Evaluación comparativa de sus impactos.
3. Ordenamiento de proyectos en base a la severidad de sus impactos no deseables y al alcance de sus beneficios. Calificación cualitativa
4. Criterios adicionales a los técnico-energéticos y financieros, para la selección de catálogo de expansión.

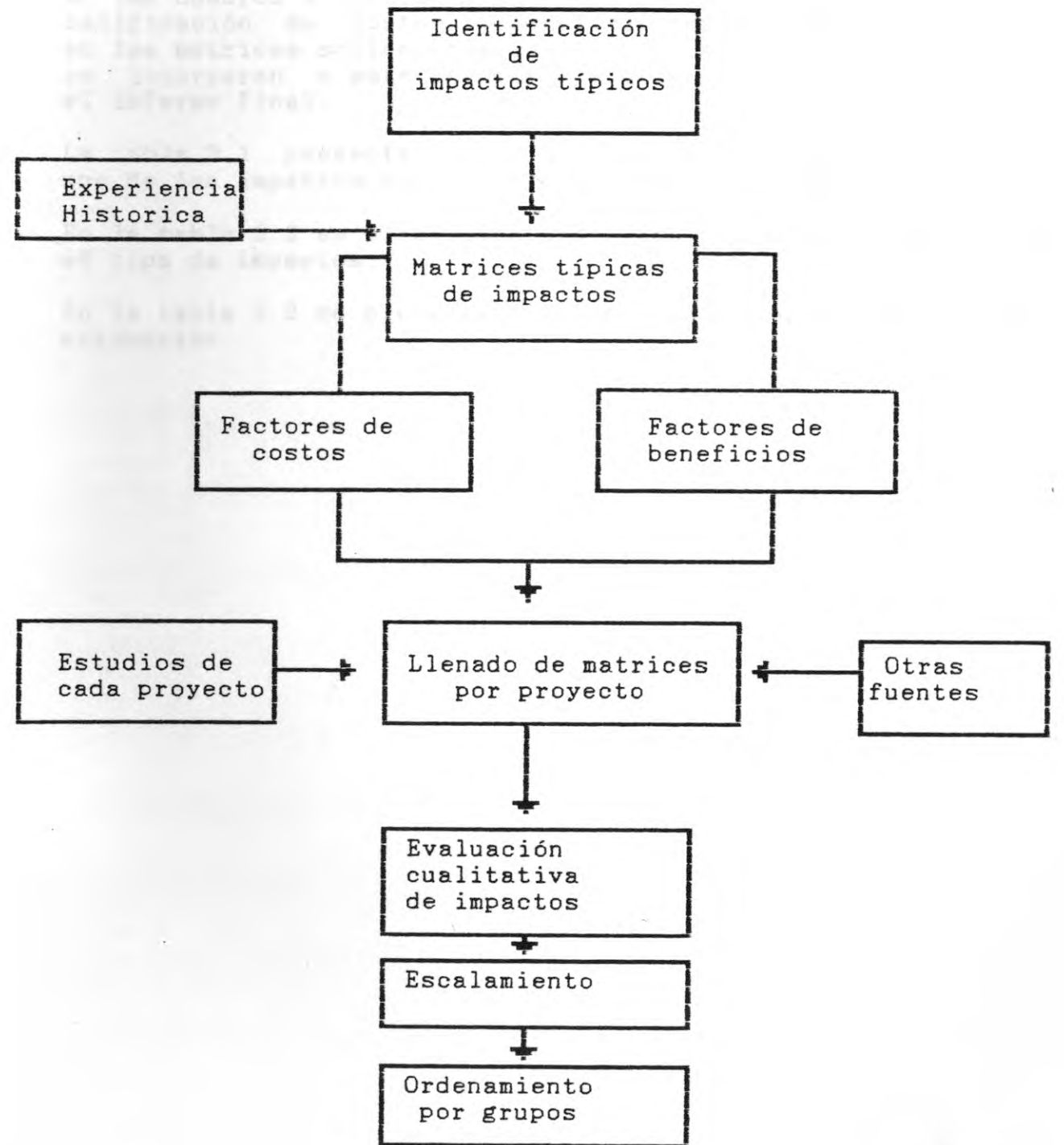
En el numeral 2. se presenta un esquema del procedimiento metodológico seguido para la evaluación cualitativa (etapa 1).

En el numeral 3. se consignan los resultados de la evaluación, hasta el ordenamiento final por grupos en orden creciente de su problemática socioeconómica.

En el numeral 4. se presentan las principales conclusiones y recomendaciones que en materia económica y social deberán tenerse en cuenta para la selección del catálogo de proyectos hidroeléctricos.

Resumen La mayoría de los proyectos son socioeconómicamente factibles y sus impactos no deseables pueden manejarse con planes y programas preventivos, de reposición y mitigatorios perfectamente costeables. Tal es el caso de los proyectos más opcionados en la evaluación de mínimo costo. Se exceptúan algunos proyectos cuyos impactos los hacen no recomendables y otros que carecen de estudios suficientes. Finalmente, todos requieren mejores estudios socioeconómicos.

2. PROCEDIMIENTO METODOLOGICO PARA LA EVALUACION DE IMPACTOS SOCIOECONOMICOS.



3. PRESENTACION DE RESULTADOS DE LA EVALUACION DE IMPACTOS

Se presentan aquí los resultados de la evaluación socioeconómica (evaluación cualitativa) de los proyectos hidroeléctricos considerados en el PLAN DE EXPANSION 1994-2002.

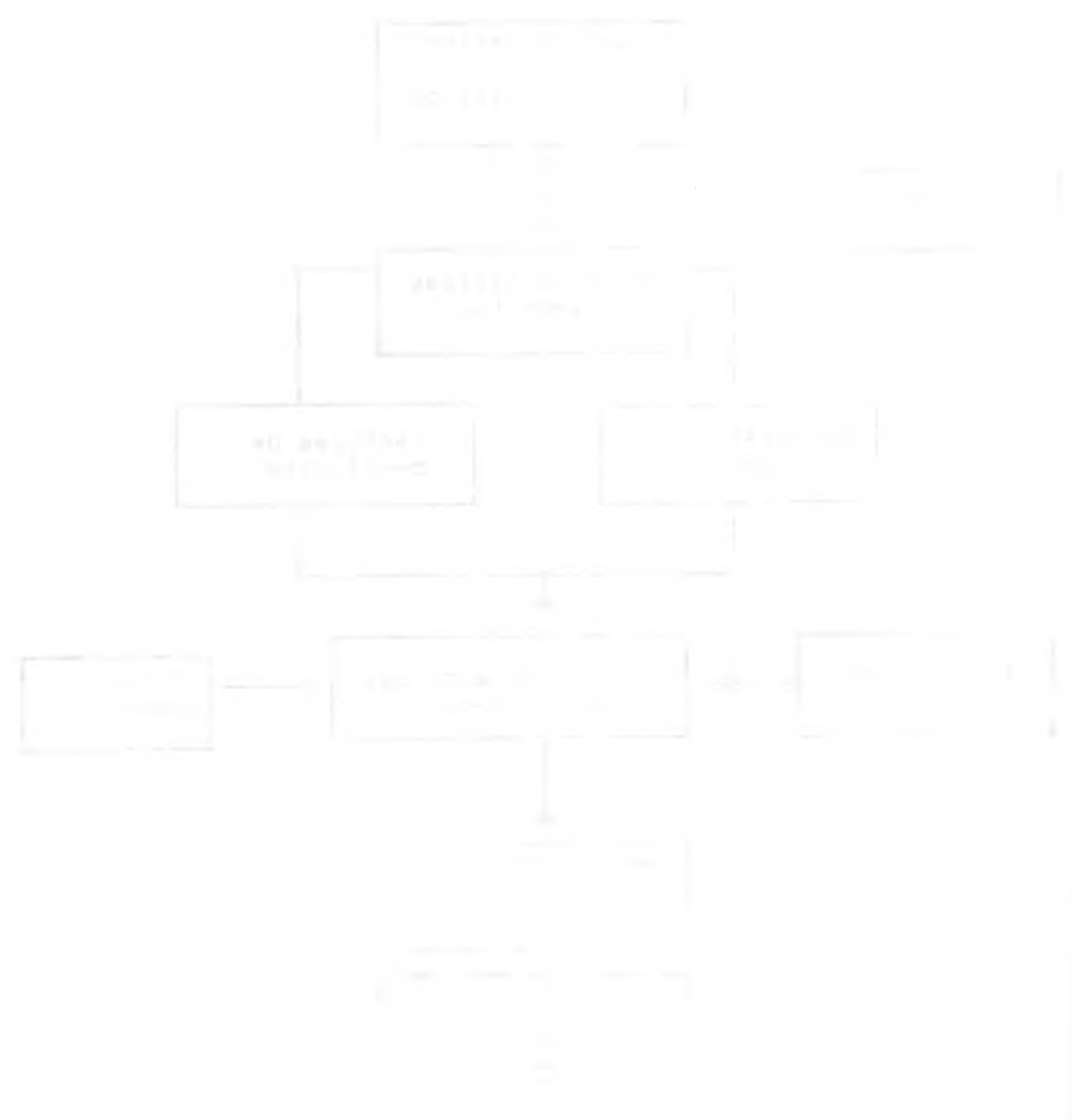
En los cuadros 3.1, 3.2, 3.3, se consignan esquemáticamente la calificación de costos y beneficios cuyo detalle está ampliado en las matrices socioeconómicas de cada proyecto, las cuales no se incorporan a este informe ejecutivo pero están contenidas en el informe final.

La tabla 3.1 presenta la calificación y el escalamiento de cada uno de los impactos evaluados, tanto costos, como beneficios.

En la tabla 3.2 se clasifican todos los proyectos en grupos según el tipo de impactos.

En la tabla 3.3 se presenta el ordenamiento que resulta de la evaluación.

ALGUNOS
DE LOS
PROYECTOS
CONSIDERADOS
EN EL PLAN DE
EXPANSION
1994-2002



3.1 CALIFICACION Y ESCALACION DE COSTOS Y BENEFICIOS

Proyectos	Costos				Beneficios		
	I	II	III	escalar	I	II	escalar
CABRERA	L	C	*	3*	*	I*	2*
CANAFISTO	G	C-G	C	5	I(+)	I	4
CALIMA III	L	L	C	2	M	M	1
CHIMERA	L	C-G*	*	*	*	M	1*
FONCE	L	C	C	3	M	I*	2*
GABARRA	G	G(-)	G	10	I	I(+)*	4
GUAYABETAL	L	L	L	1	M	M	1
HUMEA	G	G(-)*G*		8*	*	I(+)*	4*
ITUANGO	L	C	L	2	I(+)	I	4
MIEL I	L	C	L-C	3	M	I	2
MIEL II	L	L	L-C*	2*	M	M	1
NECHI	*	C	C	*	I	*	*
NEME	G	G	G	9	I	I(+)*	4*
PATIA I	G	G	G(-)*9		I(+)	I(+)	5*
PATIA II	C	G	G(-)*8		M	M	1
PORCE II	L*	C*	C	3*	M	M	1
PORCE III	*	L*	C	*	M	M	1
QUETAME	L	L	L	1	M	M	1
RIACHON	L	L	*	*	M	*	1*
SAMANA	L	C	C*	3*	I	M	2
SAN JUAN	G(-)	G(-)	G(-)	10	*	I(+)	*
UPIA	G	G(-)	G(-)	10*	I(+)	I(+)	5*
URRA I	G	G	C	6	I(+)	I(+)	5
URRA II	G	G(-)	G	10	I(+)	I(+)*	5

CODIGOS

Códigos utilizados

CI COSTOS SOCIALES SOBRE COMUNIDADES DESPLAZADAS Y POBLACION HUESPED AFECTADA
 CII COSTOS ECONOMICOS. PERDIDAS DE RECURSOS NATURALES PRODUCTIVOS.
 CIII OTROS COSTOS REGIONALES
 BI BENEFICIOS SOBRE INFRAESTRUCTURA FISICA
 BII OTROS BENEFICIOS REGIONALES

Calificativos

L LEVE (costo)
 C CONSIDERABLE (costo)
 G GRAVE (costo)
 G(-) MUY GRAVE (costo)
 M MARGINAL (beneficio)
 I IMPORTANTE (beneficio)
 I(+) MUY IMPORTANTE (beneficio)
 * INFORMACION NO DISPONIBLE

Ponderación utilizada en el escalamiento

RANGO DE VARIACION DE LOS COSTOS:	1 a 10
RANGO DE VARIACION DE LOS BENEFICIOS	1 a 5
BAJOS COSTOS [BC]	1 a 4
ALTOS COSTOS [AC]	5 a 9
ALTISIMO COSTO	10
IMPORTANTES BENEFICIOS [IB]	4,5
REDUCIDOS BENEFICIOS [RB]	1 a 3

3.2 CLASIFICACION DE LOS PROYECTOS SEGUN GRUPO

Proyectos	C	B	Clasificacion	Grupo
CABRERA	3*	2*	BC-RB	2*
CANAFISTO	5	4	AC-IB	3
CALIMA III	2	1	BC-RB	2
CHIMERA	1*	3	* -RB	*
FONCE	3	2*	BC-RB	2*
GABARRA	10	4*	AC(-)IB*	5*
GUAYABETAL	1	1*	BC-RB	2*
HUMEA	8*	4*	AC-IB	3*
ITUANGO	2	4	BC-IB	1
MIEL I	3	2	BC-RB	2
MIEL II	2*	1	BC-RB	2*
NECHI	*	*	*	*
NEME	9	4*	AC-IB	3*
PATIA I	9	5*	AC-IB	3*
PATIA II	8	1	AC-RB	4
PORCE II	3	1	BC-RB	2*
PORCE III	*	1	*-RB	*
QUETAME	1	1	BC-RB	2
RIACHON	*	1*	BC-RB	*
SAMANA	3*	2	BC-RB	2*
SAN JUAN	10	*	AC(-)*	5*
UPIA	10	5	AC(-)IB	5
URRA I	6	5	AC-IB	3
URRA II	10	5	AC(-)IB	5

Tipo de grupos

GRUPO 1	BC-IB	BAJOS COSTOS-IMPORTANTES BENEFICIOS
GRUPO 2	BC-RB	BAJOS COSTOS-REDUCIDOS BENEFICIOS
GRUPO 3	AC-IB	ALTOS COSTOS-IMPORTANTES BENEFICIOS
GRUPO 4	AC-RB	ALTOS COSTOS-REDUCIDOS BENEFICIOS
GRUPO 5	AC(-)	ALTISIMOS COSTOS (no se recomiendan)

(*)

Sin informacion básica disponible para la evaluacion

3.3 ORDENAMIENTO SOCIOECONOMICO DEL CATALOGO

GRUPO 1	1. ITUANGO
GRUPO 2	2. GUAYABETAL 3. QUETAME 4. CALIMA III 5. MIEL II 6. MIEL I 7. CABRERA 8. FONCE 9. SAMANA 10. PORCE II
GRUPO 3	11. CANAFISTO 12. URRRA I 13. HUMEA 14. PATIA I 15. NEME
GRUPO 4	16. PATIA II
GRUPO 5	17. UPIA 18. URRRA II 19. GABARRA 20. SAN JUAN
(*)	21. PORCE III 22. RIACHON 23. NECHI 24. CHIMERA

4 CONCLUSIONES

Como resultado de la evaluación socioeconómica del catálogo de proyectos hidroeléctricos del plan de expansión y a pesar de las limitantes expuestas en el numeral 4.1, se extraen las siguientes conclusiones finales:

1. De los 24 proyectos evaluados, 10 de ellos presentan problemáticas socioeconómicas posibles de atenuar con programas y acciones preventivos, de reposición, indemnización y compensación factibles técnica y económicamente y sobre los cuales ya existen en Colombia experiencias, errores y aciertos que es posible racionalizar y aplicar. Sin embargo del lado de los beneficios regionales estos proyectos no representan aportes especialmente significativos al desarrollo regional y al bienestar social de las comunidades humanas involucradas, diferentes a las obligaciones de ley y a los efectos típicos de cualquier obra civil de grandes proporciones. A continuación se presentan los 10 proyectos en orden creciente de la severidad de sus impactos.

ITUANGO
QUETAME
GUAYABETAL
CALIMA III
MIEL II*
MIEL I
CABRERA
FONCE
SAMANA
PORCE II**

(*)

Proyecto cuyo lugar en el ordenamiento socioeconómico está sujeta a los resultados de los estudios en curso, particularmente al esclarecimiento de los posibles impactos de la desviación del Río Guarinó.

(**)

Proyecto con escasa información socioeconómica y cuyo lugar en el ordenamiento depende del estudio detallado de sus impactos sociales, aún pendiente.

2. Otro grupo de 5 proyectos que a continuación se mencionan, presentan problemáticas sociales y pérdidas económicas importantes, razón por la cual se consideran dentro del grupo de altos costos o si se prefiere, impactos severos, de tratamiento

especial y seguramente apreciables inversiones para la empresa propietaria del proyecto. Sin embargo, del lado de los beneficios, permiten potencializar nuevos espacios para el desarrollo regional ya que podrían generar empleo duradero, recuperación de tierras altamente productivas, cambios en la base económica local, y en algunos casos, mejoras significativas en el bienestar de las comunidades e incluso, preservación de la vida humana mediante el control de inundaciones. Para hacer realidad tales beneficios, se requiere, sin embargo, estudios adicionales, una clara política en materia de inversiones para el desarrollo económico y la distribución social de su producido, y necesariamente, la convergencia y participación de otros entes privados y públicos de la economía, especialmente del sector agropecuario. A continuación se presentan los 5 proyectos en orden creciente de la severidad de sus impactos.

CANAFISTO
URRA I*
HUMEA**
PATIA I**
NEME **

(*)

Para el caso del proyecto Urrá I, y dados sus beneficios, se recomienda encararlo como de alta prioridad y propósito múltiple (energía y control de inundaciones), para lo cual sería conveniente optimizar el esquema de desarrollo hidroeléctrico, a fin de armonizar con criterios técnico-energéticos, económicos, ecológicos y sociales el aprovechamiento del Río Sinú. Muy especialmente se recomienda optimizar las obras civiles (y el caudal embalsado) con el control de inundaciones aguas abajo. Finalmente se recomienda presentar estudios detallados de la capacidad real del proyecto para controlar crecientes. Ello permitirá dimensionar las obras requeridas y evitará la propagación de falsas expectativas como las que maneja la opinión pública, según la cual el proyecto Urrá I será, por sí solo, la solución a todos los problemas de manejo del Río Sinú. Estas expectativas traen problemas que tendría que afrontar el sector eléctrico ante la opinión pública y las comunidades afectadas por posibles inundaciones futuras. En resumen se recomienda dimensionar en forma transparente los costos y beneficios del proyecto.

(**)

** Proyectos cuyo lugar en el ordenamiento está sujeto al dimensionamiento y estudio mas detallado de sus beneficios por riego y recuperacièn de tierras productivas mediante el control de inundaciones. En general, y para estos 3 proyectos los estudios de uso múltiple estan apenas en una fase de prefactibilidad.

3. Finalmente quedan 5 proyectos considerados según esta evaluación como de altísimo costo social y no deseables desde el punto de vista socioeconómico hasta tanto no se modifiquen los esquemas técnicos de desarrollo hidroeléctrico y las dimensiones fisico-naturales que involucran. En orden creciente de severidad socioeconómica de sus impactos, son ellos:

PATIA II
UPIA
URRA II
GABARRA
SAN JUAN

4. Sobre los 4 proyectos restantes no se presenta ninguna conclusión debido a que su información socioeconómica es tan precaria que fué imposible aplicar los criterios de esta evaluación. Son ellos:

PORCE III 5339
RIACHON
NECHI 62
CHIMERA

223

14

Indices ambientales para la evaluación de
proyectos hidroeléctricos anexo A

333.914 I399i Ej. 1

CATALOGADO POR: HELPFILE LTDA

FECHA PEDIDO	PRESTADO A	FECHA DEVUELTO