ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

“Uso de Metodología de Evaluación Ambiental de Ciclo de Vida para Productos: Aplicación a Baterías de Arranque Automotor”

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO MECÁNICO

Presentada por:

Ángel Diego Ramírez Mosquera

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2004

AGRADECIMIENTO

A todas las personas que contribuyeron para la realización de este estudio y muy especialmente al Ing. Jorge Duque, Director de Tesis, por su invaluable ayuda académica y su aliento.

DEDICATORIA

A MIS PADRES

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Ing. Francisco Andrade S. Ing. Jorge Duque R. SUBDECANO DE LA FIMCP DIRECTOR DE TESIS

PRESIDENTE

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Ing. Rodolfo Paz M.

VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

## “La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

## (Reglamento de Graduación de la ESPOL).

## Ángel Diego Ramírez Mosquera

RESUMEN

Evaluación de Ciclo de Vida, ECV, es una metodología orientada a identificar y evaluar la carga ambiental de un producto a lo largo de su ciclo de vida. En esta tesis se propone analizar la factibilidad del uso de la ECV, aplicando la metodología a baterías de arranque automotriz.

Se hará uso de la ECV para evaluar el impacto ambiental de las baterías y determinar que fase del ciclo de vida contribuye en mayor medida al impacto global y que factores son los que más contribuyen. Adicionalmente se evaluará una alternativa de diseño del producto que es el cambio del material del cual están hechos los contenedores (cuerpo externo de la batería). Actualmente el material más utilizado es el polipropileno, sin embargo también existen contenedores de caucho. Se realizará una evaluación comparativa del diseño actualmente más común con el alternativo para determinar cual de los dos tiene mejor desempeño ambiental.

ECV está regida por las normas ISO 14040:1999, ISO 14041:1998, ISO 14042:2000, ISO 14043:2000. La norma ISO 14040:1999 define a la ECV como la compilación y evaluación de las entradas y salidas y los impactos ambientales potenciales de un sistema de producto a lo largo de su ciclo de vida. El sistema de producto se define como el conjunto de procesos unitarios interrelacionados en forma material y energética, que efectúa una o más funciones definidas. A su vez el ciclo de vida se define como las etapas consecutivas e interrelacionadas de un sistema de producto, desde la adquisición de las materias primas o la generación de recursos naturales hasta la disposición final.

Una ECV tiene cuatro etapas que son: definición del objetivo y alcance; análisis del inventario de ciclo de vida; evaluación de impacto de ciclo de vida; e interpretación del ciclo de vida. Para lograr esto la metodología demanda: hacer un inventario de las entradas y salidas relevantes de un sistema de producto; evaluar los impactos potenciales asociados con entradas y salidas; e interpretar los resultados de los análisis del inventario e impactos en relación con el objetivo del estudio. Debido al interés en evaluar una variante del diseño del producto se realizará alteraciones en el inventario de acuerdo a la variante propuesta, luego se comparará el ciclo de vida original con el ciclo de vida alterado de la alternativa. En el trabajo se hace uso de la versión académica de un software comercial de ECV.

Como resultado de este trabajo se habrá desarrollado experiencia local en el desarrollo de ECV propiamente, y se identificarán las dificultades y limitaciones para la realización de este tipo de estudios en el Ecuador. Adicionalmente se tendrá un estudio desarrollado localmente que sirva de soporte a la cátedra del curso Producción y Operaciones Ambientalmente Sustentables y otras materias del área de Medio Ambiente.

ÍNDICE GENERAL

|  |  |
| --- | --- |
|  | Pág. |
| RESUMEN.............................................................................................. | II |
| INDICE GENERAL................................................................................. | V |
| ABREVIATURAS.................................................................................... | X |
| SIMBOLOGÍA......................................................................................... | XII |
| ÍNDICE DE FIGURAS............................................................................. | XIV |
| ÍNDICE DE TABLAS............................................................................... | XVII |
| INTRODUCCIÓN.................................................................................... | 1 |
| CAPÍTULO 1 |  |
| 1. INTRODUCCIÓN A LA METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE CICLO DE VIDA................................................................................ | 10 |
| * 1. Evaluación de Ciclo de Vida y las Normas ISO........................ | 10 |
| * 1. Fases de una Evaluación de Ciclo de Vida............................... | 12 |
| * + 1. Definición del Objetivo y el Alcance............................... | 13 |
| * + 1. Análisis del Inventario de Ciclo de Vida......................... | 19 |
| * + 1. Evaluación de Impacto de Ciclo de Vida........................ | 22 |
| * + 1. Interpretación de Ciclo de Vida...................................... | 30 |
| * 1. Principales Aplicaciones de Evaluación de Ciclo de Vida........ | 34 |
| * 1. Limitaciones de la Metodología de Evaluación de Ciclo de Vida........................................................................................... | 38 |
| CAPÍTULO 2 |  |
| 1. BATERÍAS DE ARRANQUE Y SU CICLO DE VIDA........................ | 41 |
| * 1. Teoría de Acumuladores Electroquímicos................................ | 41 |
| * 1. Baterías de Plomo-Ácido........................................................... | 44 |
| * 1. Ciclo de Vida de Baterías de Arranque Automotriz................... | 47 |
| * + 1. Producción de Materiales............................................... | 47 |
| * + 1. Fabricación y Ensamblaje de Batería............................. | 59 |
| * + 1. Uso................................................................................. | 65 |
| * + 1. Reciclaje y Disposición Final.......................................... | 67 |
| CAPÍTULO 3 |  |
| 1. EVALUACIÓN DE CICLO DE VIDA DE BATERÍAS DE ARRANQUE................................................................................ | 69 |
| * 1. Definición del Objetivo y el Alcance.......................................... | 70 |
| * + 1. Objetivos del Estudio...................................................... | 70 |
| * + 1. Alcance del Estudio........................................................ | 71 |
| * + - 1. Función, Unidad Funcional y Flujo de Referencia......................................................... | 71 |
| * + - 1. Límites del Sistema de Producto.................... | 73 |
| * + - 1. Categorías de Datos......................................... | 76 |
| * + - 1. Requisitos de Calidad de Datos........................ | 77 |
| * 1. Análisis del Inventario de Ciclo de Vida.................................... | 78 |
| * + 1. Procesos Utilizados........................................................ | 78 |
| * + 1. Construcción de la Estructura del Inventario.................. | 85 |
| * + - 1. Producción de Materiales................................. | 86 |
| * + - 1. Producción de Batería...................................... | 93 |
| * + - 1. Uso de batería.................................................. | 95 |
| * + - 1. Reciclaje y Disposición Final............................ | 106 |
| * + - 1. Electricidad Ecuador......................................... | 108 |
| * + 1. Resultado del Inventario de Ciclo de Vida...................... | 111 |
| * 1. Evaluación del Impacto del Ciclo de Vida................................. | 112 |
| * + 1. Selección de Métodos de Evaluación............................. | 112 |
| * + 1. Presentación de los Métodos Elegidos.......................... | 116 |
| * + - 1. Eco-indicator 99................................................ | 116 |
| * + - 1. EPS 2000.......................................................... | 123 |
| * + - 1. EDIP 96............................................................. | 127 |
| * + 1. Resultados de Evaluación de Impacto Eco-indicator 99 | 135 |
| * + - 1. Caracterización................................................. | 135 |
| * + - 1. Evaluación del Daño......................................... | 168 |
| * + - 1. Normalización................................................... | 140 |
| * + - 1. Ponderación...................................................... | 142 |
| * + 1. Resultados de Evaluación de Impacto EPS 2000.......... | 145 |
| * + - 1. Caracterización................................................. | 145 |
| * + - 1. Evaluación del Daño......................................... | 146 |
| * + - 1. Ponderación...................................................... | 146 |
| * + 1. Resultados de Evaluación de Impacto EDIP 96............. | 147 |
| * + - 1. Caracterización................................................. | 147 |
| * + - 1. Normalización................................................... | 148 |
| * + - 1. Ponderación...................................................... | 149 |
| * + - 1. EDIP 96 (Solo Recursos).................................. | 150 |
| * + 1. Resultados de Evaluación Comparativa......................... | 152 |
| CAPÍTULO 4 |  |
| 1. ANÁLISIS.......................................................................................... | 155 |
| * 1. Limitaciones del Inventario de Ciclo de Vida............................. | 155 |
| * 1. Interpretación Del Ciclo de Vida................................................ | 163 |
| * + 1. Identificación de Aspectos Significativos........................ | 163 |
| * + 1. Evaluación...................................................................... | 204 |
| * + - 1. Chequeo de Integridad..................................... | 204 |
| * + - 1. Chequeo de Consistencia................................. | 205 |
| * + - 1. Chequeo de Incertidumbre............................... | 207 |
| * 1. Análisis del uso de la metodología de ECV.............................. | 211 |
| CAPITULO 5 |  |
| 1. Conclusiones y RECOMENDACIONES.................................... | 229 |
| * 1. Conclusiones............................................................................. | 229 |
| * 1. Recomendaciones..................................................................... | 231 |
| APÉNDICES |  |
| BIBLIOGRAFÍA |  |

ABREVIATURAS

|  |  |
| --- | --- |
| Ag2O | Óxido de Plata |
| AgCl | Cloruro de Plata |
| Ah | Amperio-hora |
| B250 | Bases de datos BUWAL 250 |
| BUWAL | Agencia Suiza para Medio Ambiente, Bosque y Paisaje |
| C | Carbono |
| Cd | Cadmio |
| CFC11 | Triclorofluorometano |
| CO2 | Dióxido de Carbono |
| CuCl2 | Cloruro de Cobre |
| CuO | Óxido de Cobre |
| DALY | Años de Vida Ajustados a Inhabilidad |
| ECV | Evaluación de Ciclo de Vida |
| EE.UU. | Estados Unidos de América |
| ELU | Unidad de Carga Ambiental |
| EMPA | Laboratorios Federales Suizos para Ensayo e Investigación de Materiales |
| EPS | Estrategias Ambientales de Productos |
| etc. | etcétera |
| ETH | Instituto Federal Suizo de Tecnología |
| Fe | Hierro |
| GORP | Proyecto de Investigación del Ozono Global |
| GWP 100 | Potenciales de Calentamiento Global 100 |
| H+ | Ion Hidrógeno |
| H2 | Hidrógeno Gaseoso |
| H2O | Agua |
| H2SO4 | Ácido Sulfúrico |
| HClO4 | Ácido Perclórico |
| HgO | Óxido de Mercurio |
| INEN | Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización |
| IPCC 1994 | Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático |
| ISO | Organización Mundial para la Normalización |
| KCl | Cloruro de potasio |
| kg | kilogramo |
| kgkm | kilogramo-kilómetro |
| kJ | kilojoule |
| km | kilómetro |
| KOH | Hidróxido de potasio |
| kW | kilovatio |
| kWh | kilovatio-hora |
| LiCoO2 | Óxido de litio cobalto |
| m3 | metro cúbico |
| Mg | Magnesio |
| MH | Metal Híbrido |
| MJ | Megajoule |
| MnO2 | Dióxido de Mangameso |
| N | Nitrógeno |
| NaCl | Cloruro de Sodio |
| NaOH | Hidróxido de Sodio |
| NEX | Extinción de Especies Normalizada |
| NH4Cl | Cloruro de Amonio |
| NiOOH | Oxihidróxido de Níquel |
| NO3 | Nitrato |
| NOx, | Óxidos de Nitrógeno |
| O2 | Oxígeno Gaseoso |
| OMS | Organización Mundial de la Salud |
| P | Fósforo |
| Pb | Plomo |
| PbO2 | Dióxido de Plomo |
| PbSO4 | Sulfato de Plomo |
| PDF | fracción potencialmente desaparecida de especies de planta |
| PDF\*m2\*año | fracción potencialmente desaparecida de especies de planta-metro cuadrado-año |
| POCP | Potenciales de Creación de Smog Fotoquímico |
| PVC | Cloruro de Polivinilo |
| s | segundo |
| SETAC | Sociedad de Toxicología y Química Ambiental |
| SO2 | Dióxido de Azufre |
| SPOLD | Sociedad para la Promoción del Desarrollo de ECV |
| TJ | Terajoule |
| tkm | tonelada-kilómetro |
| ton | tonelada |
| Zn | Cinc |
| ZnCl2 | Cloruro de Cinc |

SIMBOLOGÍA

|  |  |
| --- | --- |
|  | Energía de los consumidores al año |
|  | Energía del combustible |
|  | Energía provista por el combustible para recargar la batería al año |
| IA | Corriente del alternador |
| IC | Corriente a los consumidores |
| IB | Corriente de la batería |
|  | Kilometraje anual |
|  | Kilometraje equivalente del vehículo destinado solo a recargar la batería |
|  | Kilometraje del vehículo destinado solo a transportar la batería caja de polipropileno |
|  | Kilometraje del vehículo destinado solo a transportar la batería caja de caucho |
|  | Kilometraje de asignación total batería con caja de polipropileno |
|  | Kilometraje de asignación total batería con caja de caucho |
|  | Poder calorífico inferior del combustible |
|  | Masa de batería |
|  | Masa de vehículo |
|  | Densidad del combustible |
|  | Economía de combustible |
|  | Eficiencia de descarga de batería |
|  | Eficiencia de carga de batería |
|  | Eficiencia de rectificador |
|  | Eficiencia de alternador |
|  | Eficiencia de transmisión por banda |
|  | Eficiencia de motor de combustión interna |
|  | Porcentaje necesario de la energía para recargar la batería |
|  | Porcentaje de masa de la batería respecto a la masa del vehículo |

ÍNDICE DE FIGURAS

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | Pág. |
| Figura 1.1. | Aplicación de la Familia de Normas ISO 14000............................................................................ | 11 |
| Figura 1.2. | Fases de una ECV........................................................ | 13 |
| Figura 1.3. | Unidad Funcional y Flujos de Referencia de dos Sistemas de Iluminación Hipotéticos............................. | 17 |
| Figura 1.4. | Concepto de Indicadores de Categoría......................... | 24 |
| Figura 1.5. | División de Diferentes Tipos de Incertidumbre de Datos............................................................................. | 28 |
| Figura 2.1. | Operación de Celda Durante Carga y Descarga........... | 42 |
| Figura 2.2. | Ciclo de Vida de Baterías de Arranque......................... | 47 |
| Figura 2.3. | Componentes de Batería.............................................. | 48 |
| Figura 2.4. | Producción de Ácido Sulfúrico por Proceso de Contacto........................................................................ | 55 |
| Figura 2.5. | Flujo de Producción de Baterías de Plomo-Ácido............................................................................. | 60 |
| Figura 2.6. | Rejilla Obtenida por Fundición...................................... | 61 |
| Figura 2.7. | Situación Desfavorable................................................. | 66 |
| Figura 2.8. | Situación Favorable....................................................... | 67 |
| Figura 3.1. | Límites del Sistema de Producto................................... | 74 |
| Figura 3.2. | Ciclo de Vida de Batería................................................ | 75 |
| Figura 3.3. | Esquema de Proceso.................................................... | 79 |
| Figura 3.4. | Cuadro de Producción de Materiales............................ | 87 |
| Figura 3.5. | Cuadro del Proceso Plomo I......................................... | 90 |
| Figura 3.6. | Cuadro de Proceso Electrolito SG 1.24........................ | 90 |
| Figura 3.7. | Cuadro de Proceso Caucho E / C I............................... | 92 |
| Figura 3.8. | Cuadro de Proceso Producción de Batería................... | 94 |
| Figura 3.9. | Recorrido de la Energía Desde el Motor de Combustión Interna Hasta los Consumidores Eléctricos....................................................................... | 100 |
| Figura 3.10. | Desglose de Energía en el Automóvil con Porcentajes Aceptados por la Industria............................................. | 100 |
| Figura 3.11. | Cuadro de Reciclaje y Disposición Final de Batería con Caja de Polipropileno............................................. | 107 |
| Figura 3.12. | Cuadro de Reciclaje y Disposición Final de Batería con Caja de Caucho...................................................... | 108 |
| Figura 3.13. | Cuadro de Proceso Electricidad Ecuador..................... | 111 |
| Figura 3.14 | Caracterización en Porcentaje Eco-Indicator 99........... | 138 |
| Figura 3.15. | Evaluación del Daño Eco-Indicator 99.......................... | 140 |
| Figura 3.16. | Normalización Eco-Indicator 99.................................... | 141 |
| Figura 3.17. | Ponderación Eco-Indicador 99 para 50% de Uso de Plomo Reciclado Localmente........................................ | 143 |
| Figura 3.18. | Caracterización en Porcentaje EPS 2000..................... | 145 |
| Figura 3.19. | Evaluación de Daño EPS 2000..................................... | 146 |
| Figura 3.20. | Ponderación EPS 2000................................................. | 147 |
| Figura 3.21. | Caracterización EDIP 96............................................... | 148 |
| Figura 3.22. | Normalización EDIP 96................................................. | 149 |
| Figura 3.23. | Ponderación EDIP 96.................................................... | 150 |
| Figura 3.24. | Caracterización EDIP 96 (Solo Recursos).................... | 151 |
| Figura 3.25. | Normalización EDIP 96 (Solo Recursos)...................... | 151 |
| Figura 3.26. | Ponderación EDIP 96 (Solo Recursos)......................... | 152 |
| Figura 3.27. | Caracterización Comparativa en Porcentaje en Eco-Indicator 99.................................................................... | 153 |
| Figura 3.28. | Evaluación del Daño Comparativa Eco-Indicator 99..... | 153 |
| Figura 3.29. | Normalización Comparativa Eco-Indicator 99............... | 154 |
| Figura 3.30. | Ponderación Comparativa Eco-Indicador 99................. | 154 |
| Figura 4.1. | Puntuación por Fase de Ciclo de Vida Eco-Indicator 99.................................................................................. | 170 |
| Figura 4.2. | Contribución por Proceso con Corte de 1% de Contribución Eco-Indicator 99....................................... | 173 |
| Figura 4.3. | Puntuación por Fase de Ciclo de Vida EPS 2000......... | 180 |
| Figura 4.4. | Contribución por Proceso EPS 2000............................. | 183 |
| Figura 4.5. | Puntuación por Fase de Ciclo de Vida EDIP 96............ | 190 |
| Figura 4.6. | Contribución por Proceso EDIP 96............................... | 192 |
| Figura 4.7. | Puntuación por Fase de Ciclo de Vida EDIP 96 (Solo Recursos)...................................................................... | 195 |
| Figura 4.8. | Contribución por Proceso de Contribución EDIP 96 (Solo Recursos)............................................................. | 196 |
| Figura 4.9. | Ponderación Eco-Indicador 99 para 25% de Uso de Plomo Reciclado Localmente........................................ | 198 |
| Figura 4.10. | Ponderación Eco-Indicador 99 para 50% de Uso de Plomo Reciclado Localmente........................................ | 198 |
| Figura 4.11. | Ponderación Eco-Indicador 99 Para 75% de Uso de Plomo Reciclado Localmente........................................ | 198 |
| Figura 4.12. | Comparación de Puntuaciones Eco-Indicador 99......... | 200 |
| Figura 4.13. | Comparación de Puntuaciones EPS 2000.................... | 201 |
| Figura 4.14. | Comparación de Puntuaciones EDIP 96....................... | 202 |
| Figura 4.15. | Comparación de Puntuaciones EDIP 96 (Solo Recursos)...................................................................... | 203 |
| Figura 4.16. | Resultado Chequeo Incertidumbre Proceso Producción de Batería................................................... | 210 |
| Figura 4.17. | Resultado Chequeo Incertidumbre Proceso Reciclaje de Plomo....................................................................... | 210 |
| Figura 4.18. | Resultado Chequeo Incertidumbre Procesos Producción de Batería y Reciclaje De Plomo................ | 210 |

ÍNDICE DE TABLAS

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | Pág. |
| Tabla 1 | Ejemplo de Uso de Términos........................................ | 25 |
| Tabla 2 | Tipos, Construcción y Aplicaciones de Baterías de Plomo-Ácido.................................................................. | 45 |
| Tabla 3 | Composición en Masa de Baterías de Arranque........... | 49 |
| Tabla 4 | Composición Definitiva en Masa de Baterías de Arranque........................................................................ | 50 |
| Tabla 5 | Procesos....................................................................... | 81 |
| Tabla 6 | Procesos Para Ciclo de Vida de Batería con Caja de Caucho.......................................................................... | 85 |
| Tabla 7 | Materiales de Batería.................................................... | 87 |
| Tabla 8 | Energía de Consumidores............................................. | 97 |
| Tabla 9 | Energía Requerida por Semana.................................... | 97 |
| Tabla 10 | Reciclaje y Disposición Final......................................... | 106 |
| Tabla 11 | Energía por Tipo de Producción en Ecuador 2002....... | 109 |
| Tabla 12 | Características de Cada Método Respecto a Requerimientos............................................................. | 116 |
| Tabla 13 | Factores de Normalización y Ponderación Eco-Indicator 99.................................................................... | 122 |
| Tabla 14 | Resultados de Caracterización Eco-Indicator 99.......... | 135 |
| Tabla 15 | Resultados de Caracterización en Porcentaje Eco-Indicator 99.................................................................... | 137 |
| Tabla 16 | Resultados de Evaluación de Daño Eco-Indicator 99... | 139 |
| Tabla 17 | Resultados de Evaluación de Daño En Porcentaje Eco-Indicator 99............................................................ | 139 |
| Tabla 18 | Resultados de Normalización Eco-Indicator 99............ | 141 |
| Tabla 19 | Resultados de Ponderación Eco-Indicator 99 para 50% de Uso de Plomo Reciclado Localmente.............. | 142 |
| Tabla 20 | Resultados de Ponderación Eco-Indicator 99 para 25% de Uso de Plomo Reciclado Localmente.............. | 144 |
| Tabla 21 | Resultados de Ponderación Eco-Indicator 99 para 75% de Uso de Plomo Reciclado Localmente.............. | 144 |
| Tabla 22 | Comparación de Requisitos de Calidad de Datos con Representatividad del Proceso Ácido Sulfúrico B250... | 158 |
| Tabla 23 | Procesos que no Cumplen con Requisitos de Calidad de Datos........................................................................ | 159 |
| Tabla 24 | Contribución por Proceso Eco-Indicator 99................... | 172 |
| Tabla 25 | Contribución por Proceso EPS 2000............................. | 182 |
| Tabla 26 | Contribución por Proceso Edip 96............................... | 191 |

APÉNDICES

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | Pág. |
| Apéndice A | Herramientas Analíticas................................................ | 234 |
| Apéndice B | Ciclo de Vida de Batería con Caja de Polipropileno...... | 237 |
| Apéndice C | Hojas de Procesos........................................................ | 238 |
| Apéndice D | Cuadro Reciclaje y Disposición Final............................ | 300 |
| Apéndice E | Cuadro Completo de Ciclo de Vida Bateria con Caja de Polipropileno............................................................. | 301 |
| Apéndice F | Resultado de Análisis de Inventario de Sistema de Producto de Batería con Caja de Polipropileno............ | 302 |
| Apéndice G | Resultado de Análisis de Inventario de Sistema de Producto de Batería con Caja de Caucho..................... | 313 |
| Apéndice H | Factores de Caracterización Eco-Indicator 99.............. | 323 |
| Apéndice I | Factores de Caracterización EPS 2000........................ | 337 |
| Apéndice J | Factores de Ponderación EPS 2000 (Categorías de Impacto y Categorías de Daño).................................... | 359 |
| Apéndice K | Factores de Caracterización EDIP 96........................... | 360 |
| Apéndice L | Factores de Normalización y Ponderación EDIP 96..... | 398 |
| Apéndice M | Factores de Caracterización EDIP 96 (Solo Recursos)...................................................................... | 399 |
| Apéndice N | Factores de Normalización y Ponderación EDIP 96 (Solo Recursos)............................................................. | 401 |
| Apéndice O | Resultados de Caracterización EPS 2000.................... | 402 |
| Apéndice P | Resultados de Evaluación de Daño EPS 2000............. | 403 |
| Apéndice Q | Resultados de Ponderación EPS 2000......................... | 404 |
| Apéndice R | Resultados de Caracterización EDIP 96....................... | 405 |
| Apéndice S | Resultados de Normalización EDIP 96......................... | 406 |
| Apéndice T | Resultados Ponderación EDIP 96................................. | 407 |
| Apéndice U | Resultados Caracterización EDIP 96 (Solo Recursos). | 408 |
| Apéndice V | Normalización EDIP 96 (Solo Recursos)...................... | 409 |
| Apéndice W | Ponderación EDIP 96 (Solo Recursos)......................... | 410 |
| Apéndice X | Tablas de Comparación de Requisitos de Calidad de Datos con Representatividad de Procesos................... | 411 |