

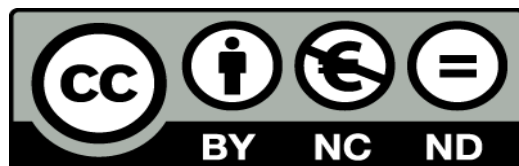


# UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

## TESIS DOCTORAL

Título
<b>Comparativa de impacto ambiental mediante ACV entre etapas de un centro educativo</b>
Autor/es
<b>Guillermo Medrano Saseta</b>
Director/es
María Mercedes Pérez de la Parte y Eduardo Martínez Cámara
Facultad
Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial
Titulación
Departamento
Ingeniería Mecánica
Curso Académico

Existen circunstancias excepcionales que impiden la difusión de la versión íntegra de esta tesis. Por este motivo se difunden únicamente los contenidos que no están sujetos a confidencialidad



**Comparativa de impacto ambiental mediante ACV entre etapas de un centro educativo**, tesis doctoral

de Guillermo Medrano Saseta, dirigida por María Mercedes Pérez de la Parte y Eduardo Martínez Cámara (publicada por la Universidad de La Rioja), se difunde bajo una Licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 Unported. Permisos que vayan más allá de lo cubierto por esta licencia pueden solicitarse a los titulares del copyright.



*Universidad de la Rioja*

## Tesis Doctoral

# Comparativa de Impacto Ambiental mediante ACV entre Etapas de un Centro Educativo.

Presentada por:

**Guillermo Medrano Saseta**

Directores:

**Dra. Mercedes Pérez de la Parte**

**Dr. Eduardo Martínez Cámara**

2016

© Guillermo Medrano Saseta, 2016



## ABSTRACT

En este estudio se realizará una comparativa de impacto ambiental entre distintas etapas de un centro educativo, mediante la técnica de análisis de ACV.

Se considerarán las etapas de Educación Infantil, Primaria, Secundaria, Ciclos Formativos y Formación Profesional Básica, para las que se ha realizado un inventario de Ciclo de Vida de los ítems que afectan a la vida colegial en un curso académico.

Se realizarán cálculos para los distintos tipos de categorías de impacto ambiental para el caso base, y se analizaron tres escenarios de posibles modificaciones para eliminar incertidumbres del caso base.

Los resultados muestran la clara tendencia de que los alumnos emiten más cantidad de CO<sub>2</sub> cuanto más ascienden en el sistema educativo, debido principalmente a sus emisiones por desplazamiento y por consumo energético. Se ve que un alumno de Ciclos formativos emite 8,8 veces más emisiones de CO<sub>2</sub> que un alumno de la etapa de Infantil.

*In this study a comparison of environmental impacts between different educational stages in a school, through methodology of LCA is developed.*

*The considered stages are Pre-School, Primary, Secondary, Vocational Training and Basic Vocational Training, for which there has been made a life cycle inventory of the items affecting the school-life during an academic course.*

*Calculations for different types of environmental impact categories for the base case are made, and three different scenarios are done to eliminate uncertainties of the case analyzed.*

*The results show a clear tendency for students' activity to emit higher CO<sub>2</sub> emissions as higher the level in the education system, mainly due to commuting emissions and energy consumption. A student of vocational training makes 8.8 times CO<sub>2</sub> emissions than a student from Pre-School.*

ÍNDICE
--------

Índice .....	1
Índice de Figuras.....	5
Índice de Tablas .....	13
Introducción .....	15
1 Inventario.....	21
1.1 Personas .....	22
1.2 Construcción .....	23
1.2.1 Distribución de espacios del colegio en estudio .....	24
1.3 Energía Consumida .....	31
1.3.1 Consumo eléctrico.....	31
1.3.2 Medida energía eléctrica consumida por el colegio .....	41
1.3.3 Consumo de Gas.....	45
1.4 Consumibles.....	48
1.4.1 Papelería.....	48
1.5 Talleres .....	49
1.5.1 Talleres: Consumibles .....	49
1.6 Comedor.....	52
1.7 Desplazamientos.....	54
1.7.1 Pesos según usuarios.....	55
1.7.2 Modelo de cálculo para transporte .....	61
1.7.3 Desplazamiento Alumnos .....	69
1.7.4 Desplazamiento Profesores .....	80
1.7.5 Porcentaje de alumnos con hermanos.....	82
1.8 Mantenimiento del edificio .....	83
1.8.1 Limpieza.....	83
1.9 Agua .....	85
1.9.1 Consumo de agua por persona .....	85
1.10 Temporalidad de uso .....	87
1.10.1 Horario anual académico .....	87
1.10.2 Horario diario lectivo .....	90
2 Modelo Base .....	93
2.1 Infantil.....	94
2.1.1 abiotic depletion (kg Sb eq).....	95
2.1.2 global warming (GWP100) en kg CO <sub>2</sub> eq.....	97



2.1.3	ozone layer depletion (ODP) en kg CFC-11 eq	99
2.1.4	human toxicity en kg 1,4-DB eq	101
2.1.5	fresh water aquatic ecotox. en kg 1,4-DB eq	103
2.1.6	marine aquatic ecotoxicity (kg 1,4-DB eq)	105
2.1.7	terrestrial ecotoxicity (kg 1,4-DB eq)	107
2.1.8	photochemical oxidation (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> )	109
2.1.9	acidification (kg SO <sub>2</sub> eq)	111
2.1.10	eutrophication (kg PO <sub>4</sub> --- eq)	113
2.2	Primaria	115
2.2.1	abiotic depletion (kg Sb eq)	116
2.2.2	global warming (GWP100) en kg CO <sub>2</sub> eq	118
2.2.3	ozone layer depletion (ODP) en kg CFC-11 eq	120
2.2.4	human toxicity en kg 1,4-DB eq	122
2.2.5	fresh water aquatic ecotox. en kg 1,4-DB eq	124
2.2.6	marine aquatic ecotoxicity (kg 1,4-DB eq)	126
2.2.7	terrestrial ecotoxicity (kg 1,4-DB eq)	128
2.2.8	photochemical oxidation (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> )	130
2.2.9	acidification (kg SO <sub>2</sub> eq)	132
2.2.10	eutrophication (kg PO <sub>4</sub> --- eq)	134
2.3	Secundaria	136
2.3.1	abiotic depletion (kg Sb eq)	136
2.3.2	global warming (GWP100) en kg CO <sub>2</sub> eq	138
2.3.3	ozone layer depletion (ODP) en kg CFC-11 eq	140
2.3.4	human toxicity en kg 1,4-DB eq	142
2.3.5	fresh water aquatic ecotox. en kg 1,4-DB eq	144
2.3.6	marine aquatic ecotoxicity (kg 1,4-DB eq)	146
2.3.7	terrestrial ecotoxicity (kg 1,4-DB eq)	148
2.3.8	photochemical oxidation (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> )	150
2.3.9	acidification (kg SO <sub>2</sub> eq)	152
2.3.10	eutrophication (kg PO <sub>4</sub> --- eq)	154
2.4	Ciclos Formativos	156
2.4.1	abiotic depletion (kg Sb eq)	157
2.4.2	global warming (GWP100) en kg CO <sub>2</sub> eq	159
2.4.3	ozone layer depletion (ODP) en kg CFC-11 eq	161
2.4.4	human toxicity en kg 1,4-DB eq	163
2.4.5	fresh water aquatic ecotox. en kg 1,4-DB eq	165
2.4.6	marine aquatic ecotoxicity (kg 1,4-DB eq)	167
2.4.7	terrestrial ecotoxicity (kg 1,4-DB eq)	169

2.4.8	photochemical oxidation (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> ) .....	171
2.4.9	acidification (kg SO <sub>2</sub> eq).....	173
2.4.10	eutrophication (kg PO <sub>4</sub> --- eq).....	175
2.5	Formación Profesional Básica.....	177
2.5.1	abiotic depletion (kg Sb eq).....	178
2.5.2	global warming (GWP100) en kg CO <sub>2</sub> eq.....	180
2.5.3	ozone layer depletion (ODP) en kg CFC-11 eq.....	182
2.5.4	human toxicity en kg 1,4-DB eq .....	184
2.5.5	fresh water aquatic ecotox. en kg 1,4-DB eq .....	186
2.5.6	marine aquatic ecotoxicity (kg 1,4-DB eq).....	188
2.5.7	terrestrial ecotoxicity (kg 1,4-DB eq) .....	190
2.5.8	photochemical oxidation (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> ) .....	192
2.5.9	acidification (kg SO <sub>2</sub> eq).....	194
2.5.10	eutrophication (kg PO <sub>4</sub> --- eq).....	196
2.6	Comparativas entre etapas según categorías.....	198
2.6.1	Abiotic depletion .....	199
2.6.2	Global warming (GWP100).....	200
2.6.3	Ozone layer depletion (ODP) .....	201
2.6.4	Human toxicity .....	202
2.6.5	Fresh water aquatic ecotox. ....	203
2.6.6	Marine aquatic ecotoxicity.....	204
2.6.7	Terrestrial ecotoxicity.....	205
2.6.8	Photochemical oxidation.....	206
2.6.9	Acidification.....	207
2.6.10	Eutrophication.....	208
3	Comparativa detallada Modelo base con GWP100.....	211
3.1	Impacto total de electricidad.....	213
3.1.1	Impacto de iluminación.....	213
3.1.2	Impacto de informática.....	214
3.1.3	Impacto de maquinaria .....	214
3.1.4	Totales impacto eléctrico por etapas.....	215
3.2	Impacto total del consumo de gas.....	218
3.3	Impacto total de la papelería.....	219
3.4	Impacto total del consumo de agua.....	220
3.5	Impacto total de consumibles industriales.....	221
3.6	Impacto total del edificio .....	222
3.7	Impacto total de la limpieza .....	223
3.8	Totales en cada una de las etapas.....	224

3.9	Totales por persona por año por etapa .....	228
4	Análisis de Escenarios .....	231
4.1	AS1 – Jornada continua.....	231
4.1.1	Etapa Infantil en el Escenario I.....	233
4.1.2	Etapa Primaria en el Escenario I.....	236
4.1.3	Etapa Secundaria en el Escenario I.....	238
4.1.4	Etapa Ciclos Formativos en el Escenario I .....	240
4.1.5	Etapa FP Básica en el Escenario I.....	242
4.2	AS2 – Iluminación con Tecnología LED .....	244
4.2.1	Etapa Infantil en el Escenario II .....	247
4.2.2	Etapa Primaria en el Escenario II.....	249
4.2.3	Etapa Secundaria en el Escenario II.....	251
4.2.4	Etapa Ciclos Formativos en el Escenario II .....	253
4.2.5	Etapa FP Básica en el Escenario II.....	255
4.3	AS3 – Cambio de ubicación .....	257
4.3.1	Etapa Infantil en el Escenario III .....	259
4.3.2	Etapa Primaria en el Escenario III.....	261
4.3.3	Etapa Secundaria en el Escenario III.....	264
4.3.4	Etapa Ciclos Formativos en el Escenario III.....	266
4.3.5	Etapa FP Básica en el Escenario III .....	268
5	Resultados.....	271
5.1	Comparativas entre los Escenarios .....	271
5.2	Comparativa GWP100 por etapa.....	278
5.3	Comparativa GWP100 por Individuo.....	283
6	Conclusiones.....	289
	Bibliografía .....	293

ÍNDICE DE FIGURAS
-------------------

<i>Figura 1 Ítems de estudio generales del alumno</i> .....	19
<i>Figura 2 Inventario de variables contemplados por etapa</i> .....	21
<i>Figura 3 Distribución de personas por etapa educativa.</i> .....	22
<i>Figura 4 Distribución de espacios en planta baja.</i> .....	25
<i>Figura 5 Distribución de espacios en planta primera.</i> .....	26
<i>Figura 6 Distribución de espacios en planta segunda.</i> .....	26
<i>Figura 7 Distribución de espacios en planta tercera</i> .....	28
<i>Figura 8 Historial de Consumo eléctrico tomado de la factura anual.</i> .....	31
<i>Figura 9 Detalle de medición de energía en ordenador en funcionamiento aislado.</i> .....	32
<i>Figura 10 Detalle de medición de energía en aula 308.</i> .....	33
<i>Figura 11 Detalle de medición de energía en entrada trifásica.</i> .....	34
<i>Figura 12 Ejemplo de medidas en la clase 308 con pantallas LED.</i> .....	37
<i>Figura 13 Ejemplo de medidas en la clase 211 con fluorescentes pequeños.</i> .....	37
<i>Figura 14 Ejemplo de medidas de maquinaria.</i> .....	40
<i>Figura 15 Historial de consumo de Gas Natural tomado de la factura anual.</i> .....	46
<i>Figura 16 Consumo de Gas Natural para las distintas etapas educativas.</i> .....	47
<i>Figura 17 Especificaciones de la caldera para el cálculo de kg de CO<sub>2</sub>.</i> .....	47
<i>Figura 18 Porcentajes de consumo de papel por cada una de las etapas.</i> .....	49
<i>Figura 19 Recorrido del desplazamiento de la comida del comedor.</i> .....	52
<i>Figura 20 Distribución de pesos contemplados por etapa educativa.</i> .....	60
<i>Figura 21 Porcentajes de desplazamiento referente a las personas totales.</i> .....	63
<i>Figura 22 Porcentajes de desplazamiento referente a los kilómetros totales.</i> .....	63
<i>Figura 23 Porcentaje de personas por etapa según medio de desplazamiento.</i> .....	64
<i>Figura 24 Errores de distancias según dos distintos modelos de cálculo para las etapas...</i> 66	
<i>Figura 25 Valores de error kilométrico por desplazamiento para los dos métodos de cálculo</i> .....	67
<i>Figura 26 Valores de error kilométrico anual para los dos métodos de cálculo.</i> .....	68
<i>Figura 27 Mapa de posiciones de vivienda habitual de alumnos para la etapa de Infantil.</i> .. 70	
<i>Figura 28 Gráfico de tipo de desplazamiento para la etapa de Infantil.</i> .....	71
<i>Figura 29 Mapa de posiciones de vivienda habitual de alumnos para la etapa de Primaria.</i> .....	72
<i>Figura 30 Gráfico de tipo de desplazamiento para la etapa de Primaria.</i> .....	73
<i>Figura 31 Mapa de posiciones de vivienda habitual de alumnos para la etapa de Secundaria.</i> .....	74
<i>Figura 32 Gráfico de tipo de desplazamiento para la etapa de Secundaria.</i> .....	75
<i>Figura 33 Mapa de posiciones de vivienda habitual de alumnos para la etapa de Ciclos Formativos.</i> .....	76
<i>Figura 34 Gráfico de tipo de desplazamiento para la etapa de Ciclos.</i> .....	77
<i>Figura 35 Mapa de posiciones de vivienda habitual de alumnos para la etapa de FP Básica.</i> .....	78
<i>Figura 36 Gráfico de tipo de desplazamiento para la etapa de FP Básica.</i> .....	79
<i>Figura 37 Mapa de posiciones de vivienda habitual de profesores.</i> .....	80
<i>Figura 38 Valores de kg*km de profesores por etapa en un desplazamiento.</i> .....	81
<i>Figura 39 Porcentaje de familias con varios alumnos en el centro.</i> .....	82
<i>Figura 40 Comparativa de cantidades de productos de limpieza por etapa.</i> .....	84
<i>Figura 41 Consumo de agua en el segundo semestre de 2013.</i> .....	85
<i>Figura 42 Consumo de agua en el primer semestre de 2014.</i> .....	85
<i>Figura 43 Consumo de agua en el segundo semestre de 2014.</i> .....	85

<i>Figura 44 Porcentajes de uso de agua por etapas.....</i>	<i>86</i>
<i>Figura 45 Calendario anual según etapas.....</i>	<i>87</i>
<i>Figura 46 Ocupación de aulas por etapas ponderado por superficie.....</i>	<i>92</i>
<i>Figura 47 Emisiones de gases de abiotic depletion en la etapa de Infantil .</i>	<i>95</i>
<i>Figura 48 Contribución de procesos en abiotic depletion en la etapa de Infantil .....</i>	<i>95</i>
<i>Figura 49 Árbol de la categoría de abiotic depletion en la etapa de Infantil .</i>	<i>96</i>
<i>Figura 50 Emisiones de gases de global warming (GWP100) en la etapa de Infantil .....</i>	<i>97</i>
<i>Figura 51 Contribución de procesos en global warming (GWP100) en la etapa de Infantil</i>	<i>97</i>
<i>Figura 52 Árbol de la categoría de global warming (GWP100) en la etapa de Infantil .</i>	<i>98</i>
<i>Figura 53 Emisiones de gases de ozone layer depletion en la etapa de Infantil .</i>	<i>99</i>
<i>Figura 54 Contribución de procesos en ozone layer depletion en la etapa de Infantil .</i>	<i>99</i>
<i>Figura 55 Árbol de la categoría de ozone layer depletion en la etapa de Infantil .....</i>	<i>100</i>
<i>Figura 56 Emisiones de gases de human toxicity en la etapa de Infantil .</i>	<i>101</i>
<i>Figura 57 Contribución de procesos en human toxicity en la etapa de Infantil .....</i>	<i>101</i>
<i>Figura 58 Árbol de la categoría de human toxicity en la etapa de Infantil .....</i>	<i>102</i>
<i>Figura 59 Emisiones de gases de fresh water aquatic ecotox en la etapa de Infantil .</i>	<i>103</i>
<i>Figura 60 Contribución de procesos en fresh water aquatic ecotox en la etapa de Infantil .....</i>	<i>103</i>
<i>Figura 61 Árbol de la categoría de fresh water aquatic ecotox en la etapa de Infantil .</i>	<i>104</i>
<i>Figura 62 Emisiones de gases de marine aquatic ecotoxicity en la etapa de Infantil .</i>	<i>105</i>
<i>Figura 63 Contribución de procesos en marine aquatic ecotoxicity en la etapa de Infantil .....</i>	<i>105</i>
<i>Figura 64 Árbol de la categoría de marine aquatic ecotoxicity en la etapa de Infantil .....</i>	<i>106</i>
<i>Figura 65 Emisiones de gases de terrestrial ecotoxicity en la etapa de Infantil .....</i>	<i>107</i>
<i>Figura 66 Contribución de procesos en terrestrial ecotoxicity en la etapa de Infantil .</i>	<i>107</i>
<i>Figura 67 Árbol de la categoría de terrestrial ecotoxicity en la etapa de Infantil .</i>	<i>108</i>
<i>Figura 68 Emisiones de gases de photochemical oxidation en la etapa de Infantil .....</i>	<i>109</i>
<i>Figura 69 Contribución de procesos en photochemical oxidation en la etapa de Infantil .</i>	<i>109</i>
<i>Figura 70 Árbol de la categoría de photochemical oxidation en la etapa de Infantil .</i>	<i>110</i>
<i>Figura 71 Emisiones de gases de acidification en la etapa de Infantil .....</i>	<i>111</i>
<i>Figura 72 Contribución de procesos en acidification en la etapa de Infantil .</i>	<i>111</i>
<i>Figura 73 Árbol de la categoría de acidification en la etapa de Infantil .....</i>	<i>112</i>
<i>Figura 74 Emisiones de gases de eutrophication en la etapa de Infantil .</i>	<i>113</i>
<i>Figura 75 Contribución de procesos en eutrophication en la etapa de Infantil .</i>	<i>113</i>
<i>Figura 76 Árbol de la categoría de eutrophication en la etapa de Infantil .....</i>	<i>114</i>
<i>Figura 77 Emisiones de gases de abiotic depletion en la etapa de Primaria.....</i>	<i>116</i>
<i>Figura 78 Contribución de procesos en abiotic depletion en la etapa de Primaria.....</i>	<i>116</i>
<i>Figura 79 Árbol de la categoría de abiotic depletion en la etapa de Primaria.....</i>	<i>117</i>
<i>Figura 80 Emisiones de gases de global warming (GWP100) en la etapa de Primaria.....</i>	<i>118</i>
<i>Figura 81 Contribución de procesos en global warming (GWP100) en la etapa de Primaria.....</i>	<i>118</i>
<i>Figura 82 Árbol de la categoría de global warming (GWP100) en la etapa de Primaria.....</i>	<i>119</i>
<i>Figura 83 Emisiones de gases de ozone layer depletion en la etapa de Primaria.....</i>	<i>120</i>
<i>Figura 84 Contribución de procesos en ozone layer depletion en la etapa de Primaria.....</i>	<i>120</i>
<i>Figura 85 Árbol de la categoría de ozone layer depletion en la etapa de Primaria.....</i>	<i>121</i>
<i>Figura 86 Emisiones de gases de human toxicity en la etapa de Primaria.....</i>	<i>122</i>
<i>Figura 87 Contribución de procesos en human toxicity en la etapa de Primaria.....</i>	<i>122</i>
<i>Figura 88 Árbol de la categoría de human toxicity en la etapa de Primaria.....</i>	<i>123</i>
<i>Figura 89 Emisiones de gases de fresh water aquatic ecotox en la etapa de Primaria.....</i>	<i>124</i>
<i>Figura 90 Contribución de procesos en fresh water aquatic ecotox en la etapa de Primaria.....</i>	<i>124</i>
<i>Figura 91 Árbol de la categoría de fresh water aquatic ecotox en la etapa de Primaria.....</i>	<i>125</i>

<i>Figura 92 Emisiones de gases de marine aquatic ecotoxicity en la etapa de Primaria.....</i>	<i>126</i>
<i>Figura 93 Contribución de procesos en marine aquatic ecotoxicity en la etapa de Primaria. ....</i>	<i>126</i>
<i>Figura 94 Árbol de la categoría de marine aquatic ecotoxicity en la etapa de Primaria. ..</i>	<i>127</i>
<i>Figura 95 Emisiones de gases de terrestrial ecotoxicity en la etapa de Primaria. ....</i>	<i>128</i>
<i>Figura 96 Contribución de procesos en terrestrial ecotoxicity en la etapa de Primaria. .</i>	<i>128</i>
<i>Figura 97 Árbol de la categoría de terrestrial ecotoxicity en la etapa de Primaria. ....</i>	<i>129</i>
<i>Figura 98 Emisiones de gases de photochemical oxidation en la etapa de Primaria. ....</i>	<i>130</i>
<i>Figura 99 Contribución de procesos en photochemical oxidation en la etapa de Primaria. ....</i>	<i>130</i>
<i>Figura 100 Árbol de la categoría de photochemical oxidation en la etapa de Primaria. ....</i>	<i>131</i>
<i>Figura 101 Emisiones de gases de acidification en la etapa de Primaria. ....</i>	<i>132</i>
<i>Figura 102 Contribución de procesos en acidification en la etapa de Primaria. ....</i>	<i>132</i>
<i>Figura 103 Árbol de la categoría de acidification en la etapa de Primaria. ....</i>	<i>133</i>
<i>Figura 104 Emisiones de gases de eutrophication en la etapa de Primaria. ....</i>	<i>134</i>
<i>Figura 105 Contribución de procesos en eutrophication en la etapa de Primaria. ....</i>	<i>134</i>
<i>Figura 106 Árbol de la categoría de eutrophication en la etapa de Primaria. ....</i>	<i>135</i>
<i>Figura 107 Emisiones de gases de abiotic depletion en la etapa de Secundaria. ....</i>	<i>136</i>
<i>Figura 108 Contribución de procesos en abiotic depletion en la etapa de Secundaria. ....</i>	<i>137</i>
<i>Figura 109 Árbol de la categoría de abiotic depletion en la etapa de Secundaria. ....</i>	<i>137</i>
<i>Figura 110 Emisiones de gases de global warming (GWP100) en la etapa de Secundaria. ....</i>	<i>138</i>
<i>Figura 111 Contribución de procesos en global warming (GWP100) en la etapa de Secundaria. ....</i>	<i>138</i>
<i>Figura 112 Árbol de la categoría de global warming (GWP100) en la etapa de Secundaria. ....</i>	<i>139</i>
<i>Figura 113 Emisiones de gases de ozone layer depletion en la etapa de Secundaria. ....</i>	<i>140</i>
<i>Figura 114 Contribución de procesos en ozone layer depletion en la etapa de Secundaria. ....</i>	<i>140</i>
<i>Figura 115 Árbol de la categoría de ozone layer depletion en la etapa de Secundaria. ....</i>	<i>141</i>
<i>Figura 116 Emisiones de gases de human toxicity en la etapa de Secundaria. ....</i>	<i>142</i>
<i>Figura 117 Contribución de procesos en human toxicity en la etapa de Secundaria. ....</i>	<i>142</i>
<i>Figura 118 Árbol de la categoría de human toxicity en la etapa de Secundaria. ....</i>	<i>143</i>
<i>Figura 119 Emisiones de gases de fresh water aquatic ecotox en la etapa de Secundaria. ....</i>	<i>144</i>
<i>Figura 120 Contribución de procesos en fresh water aquatic ecotox en la etapa de Secundaria. ....</i>	<i>144</i>
<i>Figura 121 Árbol de la categoría de fresh water aquatic ecotox en la etapa de Secundaria. ....</i>	<i>145</i>
<i>Figura 122 Emisiones de gases de marine aquatic ecotoxicity en la etapa de Secundaria. ....</i>	<i>146</i>
<i>Figura 123 Contribución de procesos en marine aquatic ecotoxicity en la etapa de Secundaria. ....</i>	<i>146</i>
<i>Figura 124 Árbol de la categoría de marine aquatic ecotoxicity en la etapa de Secundaria. ....</i>	<i>147</i>
<i>Figura 125 Emisiones de gases de terrestrial ecotoxicity en la etapa de Secundaria. ....</i>	<i>148</i>
<i>Figura 126 Contribución de procesos en terrestrial ecotoxicity en la etapa de Secundaria. ....</i>	<i>148</i>
<i>Figura 127 Árbol de la categoría de terrestrial ecotoxicity en la etapa de Secundaria. ....</i>	<i>149</i>
<i>Figura 128 Emisiones de gases de photochemical oxidation en la etapa de Secundaria. ....</i>	<i>150</i>
<i>Figura 129 Contribución de procesos en photochemical oxidation en la etapa de Secundaria. ....</i>	<i>150</i>
<i>Figura 130 Árbol de la categoría de photochemical oxidation en la etapa de Secundaria. ....</i>	<i>151</i>
<i>Figura 131 Emisiones de gases de acidification en la etapa de Secundaria. ....</i>	<i>152</i>
<i>Figura 132 Contribución de procesos en acidification en la etapa de Secundaria. ....</i>	<i>152</i>

<i>Figura 133</i>	<i>Árbol de la categoría de acidification en la etapa de Secundaria.</i>	<i>153</i>
<i>Figura 134</i>	<i>Emisiones de gases de eutrophication en la etapa de Secundaria.</i>	<i>154</i>
<i>Figura 135</i>	<i>Contribución de procesos en eutrophication en la etapa de Secundaria.</i>	<i>154</i>
<i>Figura 136</i>	<i>Árbol de la categoría de eutrophication en la etapa de Secundaria.</i>	<i>155</i>
<i>Figura 137</i>	<i>Emisiones de gases de abiotic depletion en la etapa de Ciclos Formativos.</i>	<i>157</i>
<i>Figura 138</i>	<i>Contribución de procesos en abiotic depletion en la etapa de Ciclos Formativos.</i>	<i>157</i>
<i>Figura 139</i>	<i>Árbol de la categoría de abiotic depletion en la etapa de Ciclos Formativos.</i>	<i>158</i>
<i>Figura 140</i>	<i>Emisiones de gases de global warming (GWP100) en la etapa de Ciclos Formativos.</i>	<i>159</i>
<i>Figura 141</i>	<i>Contribución de procesos en global warming (GWP100) en la etapa de Ciclos Formativos.</i>	<i>159</i>
<i>Figura 142</i>	<i>Árbol de la categoría de global warming (GWP100) en la etapa de Ciclos Formativos.</i>	<i>160</i>
<i>Figura 143</i>	<i>Emisiones de gases de ozone layer depletion en la etapa de Ciclos Formativos.</i>	<i>161</i>
<i>Figura 144</i>	<i>Contribución de procesos en ozone layer depletion en la etapa de Ciclos Formativos.</i>	<i>161</i>
<i>Figura 145</i>	<i>Árbol de la categoría de ozone layer depletion en la etapa de Ciclos Formativos.</i>	<i>162</i>
<i>Figura 146</i>	<i>Emisiones de gases de human toxicity en la etapa de Ciclos Formativos.</i>	<i>163</i>
<i>Figura 147</i>	<i>Contribución de procesos en human toxicity en la etapa de Ciclos Formativos.</i>	<i>163</i>
<i>Figura 148</i>	<i>Árbol de la categoría de human toxicity en la etapa de Ciclos Formativos.</i>	<i>164</i>
<i>Figura 149</i>	<i>Emisiones de gases de fresh water aquatic ecotox en la etapa de Ciclos Formativos.</i>	<i>165</i>
<i>Figura 150</i>	<i>Contribución de procesos en fresh water aquatic ecotox en la etapa de Ciclos Formativos.</i>	<i>165</i>
<i>Figura 151</i>	<i>Árbol de la categoría de fresh water aquatic ecotox en la etapa de Ciclos Formativos.</i>	<i>166</i>
<i>Figura 152</i>	<i>Emisiones de gases de marine aquatic ecotoxicity en la etapa de Ciclos Formativos.</i>	<i>167</i>
<i>Figura 153</i>	<i>Contribución de procesos en marine aquatic ecotoxicity en la etapa de Ciclos Formativos.</i>	<i>167</i>
<i>Figura 154</i>	<i>Árbol de la categoría de marine aquatic ecotoxicity en la etapa de Ciclos Formativos.</i>	<i>168</i>
<i>Figura 155</i>	<i>Emisiones de gases de terrestrial ecotoxicity en la etapa de Ciclos Formativos.</i>	<i>169</i>
<i>Figura 156</i>	<i>Contribución de procesos en terrestrial ecotoxicity en la etapa de Ciclos Formativos.</i>	<i>169</i>
<i>Figura 157</i>	<i>Árbol de la categoría de terrestrial ecotoxicity en la etapa de Ciclos Formativos.</i>	<i>170</i>
<i>Figura 158</i>	<i>Emisiones de gases de photochemical oxidation en la etapa de Ciclos Formativos.</i>	<i>171</i>
<i>Figura 159</i>	<i>Contribución de procesos en photochemical oxidation en la etapa de Ciclos Formativos.</i>	<i>171</i>
<i>Figura 160</i>	<i>Árbol de la categoría de photochemical oxidation en la etapa de Ciclos Formativos.</i>	<i>172</i>
<i>Figura 161</i>	<i>Emisiones de gases de acidification en la etapa de Ciclos Formativos.</i>	<i>173</i>
<i>Figura 162</i>	<i>Contribución de procesos en acidification en la etapa de Ciclos Formativos.</i>	<i>173</i>
<i>Figura 163</i>	<i>Árbol de la categoría de acidification en la etapa de Ciclos Formativos.</i>	<i>174</i>
<i>Figura 164</i>	<i>Emisiones de gases de eutrophication en la etapa de Ciclos Formativos.</i>	<i>175</i>

<i>Figura 165 Contribución de procesos en eutrophication en la etapa de Ciclos Formativos.....</i>	<i>175</i>
<i>Figura 166 Árbol de la categoría de eutrophication en la etapa de Ciclos Formativos. ....</i>	<i>176</i>
<i>Figura 167 Emisiones de gases de abiotic depletion en la etapa de FPB. ....</i>	<i>178</i>
<i>Figura 168 Contribución de procesos en abiotic depletion en la etapa de FPB. ....</i>	<i>178</i>
<i>Figura 169 Árbol de la categoría de abiotic depletion en la etapa de FPB. ....</i>	<i>179</i>
<i>Figura 170 Emisiones de gases de global warming (GWP100) en la etapa de FPB. ....</i>	<i>180</i>
<i>Figura 171 Contribución de procesos en global warming (GWP100) en la etapa de FPB. ....</i>	<i>180</i>
<i>Figura 172 Árbol de la categoría de global warming (GWP100) en la etapa de FPB. ....</i>	<i>181</i>
<i>Figura 173 Emisiones de gases de ozone layer depletion en la etapa de FPB. ....</i>	<i>182</i>
<i>Figura 174 Contribución de procesos en ozone layer depletion en la etapa de FPB. ....</i>	<i>182</i>
<i>Figura 175 Árbol de la categoría de ozone layer depletion en la etapa de FPB. ....</i>	<i>183</i>
<i>Figura 176 Emisiones de gases de human toxicity en la etapa de FPB. ....</i>	<i>184</i>
<i>Figura 177 Contribución de procesos en human toxicity en la etapa de FPB. ....</i>	<i>184</i>
<i>Figura 178 Árbol de la categoría de human toxicity en la etapa de FPB. ....</i>	<i>185</i>
<i>Figura 179 Emisiones de gases de fresh water aquatic ecotox en la etapa de FPB. ....</i>	<i>186</i>
<i>Figura 180 Contribución de procesos en fresh water aquatic ecotox en la etapa de FPB. ....</i>	<i>186</i>
<i>Figura 181 Árbol de la categoría de fresh water aquatic ecotox en la etapa de FPB. ....</i>	<i>187</i>
<i>Figura 182 Emisiones de gases de marine aquatic ecotoxicity en la etapa de FPB. ....</i>	<i>188</i>
<i>Figura 183 Contribución de procesos en marine aquatic ecotoxicity en la etapa de FPB. ....</i>	<i>188</i>
<i>Figura 184 Árbol de la categoría de marine aquatic ecotoxicity en la etapa de FPB. ....</i>	<i>189</i>
<i>Figura 185 Emisiones de gases de terrestrial ecotoxicity en la etapa de FPB. ....</i>	<i>190</i>
<i>Figura 186 Contribución de procesos en terrestrial ecotoxicity en la etapa de FPB. ....</i>	<i>190</i>
<i>Figura 187 Árbol de la categoría de terrestrial ecotoxicity en la etapa de FPB. ....</i>	<i>191</i>
<i>Figura 188 Emisiones de gases de photochemical oxidation en la etapa de FPB. ....</i>	<i>192</i>
<i>Figura 189 Contribución de procesos en photochemical oxidation en la etapa de FPB. ....</i>	<i>192</i>
<i>Figura 190 Árbol de la categoría de photochemical oxidation en la etapa de FPB. ....</i>	<i>193</i>
<i>Figura 191 Emisiones de gases de acidification en la etapa de FPB. ....</i>	<i>194</i>
<i>Figura 192 Contribución de procesos en acidification en la etapa de FPB. ....</i>	<i>194</i>
<i>Figura 193 Árbol de la categoría de acidification en la etapa de FPB. ....</i>	<i>195</i>
<i>Figura 194 Emisiones de gases de eutrophication en la etapa de FPB. ....</i>	<i>196</i>
<i>Figura 195 Contribución de procesos en eutrophication en la etapa de FPB. ....</i>	<i>196</i>
<i>Figura 196 Árbol de la categoría de eutrophication en la etapa de FPB. ....</i>	<i>197</i>
<i>Figura 197 Comparativa total entre etapas para la categoría de Abiotic depletion. ....</i>	<i>199</i>
<i>Figura 198 Comparativa por individuo entre etapas para la categoría de Abiotic depletion. ....</i>	<i>199</i>
<i>Figura 199 Comparativa total entre etapas para la categoría de Global warming. ....</i>	<i>200</i>
<i>Figura 200 Comparativa por individuo entre etapas para la categoría de Global warming. ....</i>	<i>200</i>
<i>Figura 201 Comparativa total entre etapas para la categoría de Ozone layer depletion. ....</i>	<i>201</i>
<i>Figura 202 Comparativa por individuo entre etapas para la categoría de Ozone layer depletion. ....</i>	<i>201</i>
<i>Figura 203 Comparativa total entre etapas para la categoría de Human toxicity. ....</i>	<i>202</i>
<i>Figura 204 Comparativa por individuo entre etapas para la categoría de Human toxicity. ....</i>	<i>202</i>
<i>Figura 205 Comparativa total entre etapas para la categoría de Fresh water aquatic ecotox. ....</i>	<i>203</i>
<i>Figura 206 Comparativa por individuo entre etapas para la categoría de Fresh water aquatic ecotox. ....</i>	<i>203</i>
<i>Figura 207 Comparativa total entre etapas para la categoría de Marine aquatic ecotoxicity. ....</i>	<i>204</i>
<i>Figura 208 Comparativa por individuo entre etapas para la categoría de Marine aquatic ecotoxicity. ....</i>	<i>204</i>
<i>Figura 209 Comparativa total entre etapas para la categoría de Terrestrial ecotoxicity. ....</i>	<i>205</i>



<i>Figura 210 Comparativa por individuo entre etapas para la categoría de Terrestrial ecotoxicity.</i>	205
<i>Figura 211 Comparativa total entre etapas para la categoría de Photochemical oxidation.</i>	206
<i>Figura 212 Comparativa por individuo entre etapas para la categoría de Photochemical oxidation.</i>	206
<i>Figura 213 Comparativa total entre etapas para la categoría de Acidification.</i>	207
<i>Figura 214 Comparativa por individuo entre etapas para la categoría de Acidification.</i>	207
<i>Figura 215 Comparativa total entre etapas para la categoría de Eutrophication.</i>	208
<i>Figura 216 Comparativa por individuo entre etapas para la categoría de Eutrophication.</i>	208
<i>Figura 217 Comparativa por individuo entre etapas para las categorías ambientales.</i>	209
<i>Figura 218 Influencia GWP100 de la electricidad por etapa.</i>	217
<i>Figura 219 Influencia GWP100 del consumo de gas por etapa.</i>	218
<i>Figura 220 Influencia GWP100 del consumo de papel estimado por etapa.</i>	219
<i>Figura 221 Influencia GWP100 del consumo de agua estimado por etapa.</i>	220
<i>Figura 222 Influencia GWP100 de los consumibles de taller.</i>	221
<i>Figura 223 Influencia GWP100 de la construcción del edificio por etapa.</i>	222
<i>Figura 224 Influencia GWP100 de la limpieza por etapa.</i>	223
<i>Figura 225 Influencia GWP100 del inventario en la etapa de Infantil.</i>	224
<i>Figura 226 Influencia GWP100 del inventario en la etapa de Primaria.</i>	225
<i>Figura 227 Influencia GWP100 del inventario en la etapa de Secundaria.</i>	225
<i>Figura 228 Influencia GWP100 del inventario en la etapa de Ciclos.</i>	226
<i>Figura 229 Influencia GWP100 del inventario en la etapa de FP Básica.</i>	226
<i>Figura 230 Comparativa de valores de GWP100 por categorías del inventario.</i>	227
<i>Figura 231 Comparativa por Etapas de CO<sub>2</sub> equivalente (GWP100) por persona por año.</i>	228
<i>Figura 232 Porcentaje sobre los estudios de impacto de los items del inventario en el Escenario I para Infantil.</i>	233
<i>Figura 233 Cantidades de los diferentes de gases emitidos en el Escenario I para Infantil.</i>	233
<i>Figura 234 Impacto de emisión de las acciones del inventario para el Escenario I para Infantil.</i>	234
<i>Figura 235 Árbol de emisiones que impactan en la etapa de Infantil para el Escenario I.</i>	235
<i>Figura 236 Porcentaje sobre los estudios de impacto de los items del inventario en el Escenario I para Primaria.</i>	236
<i>Figura 237 Cantidades de los diferentes de gases emitidos en el Escenario I para Primaria.</i>	236
<i>Figura 238 Impacto de emisión de las acciones del inventario para el Escenario I para Primaria.</i>	237
<i>Figura 239 Árbol de emisiones que impactan en la etapa de Primaria para el Escenario I.</i>	237
<i>Figura 240 Porcentaje sobre los estudios de impacto de los items del inventario en el Escenario I para Secundaria.</i>	238
<i>Figura 241 Cantidades de los diferentes de gases emitidos en el Escenario I para Secundaria.</i>	238
<i>Figura 242 Impacto de emisión de las acciones del inventario para el Escenario I para Secundaria.</i>	239
<i>Figura 243 Árbol de emisiones que impactan en la etapa de Secundaria para el Escenario I.</i>	239
<i>Figura 244 Porcentaje sobre los estudios de impacto de los items del inventario en el Escenario I para CF.</i>	240
<i>Figura 245 Cantidades de los diferentes de gases emitidos en el Escenario I para CF.</i>	240
<i>Figura 246 Impacto de emisión de las acciones del inventario para el Escenario I para CF.</i>	241
<i>Figura 247 Árbol de emisiones que impactan en la etapa de CF para el Escenario I.</i>	241

<i>Figura 248 Porcentaje sobre los estudios de impacto de los items del inventario en el Escenario I para FPB.</i>	242
<i>Figura 249 Cantidades de los diferentes de gases emitidos en el Escenario I para FPB.</i>	242
<i>Figura 250 Impacto de emisión de las acciones del inventario para el Escenario I para FPB.</i>	243
<i>Figura 251 Árbol de emisiones que impactan en la etapa de FPB para el Escenario I.</i>	243
<i>Figura 252 Comparativa de potencia en kW de consumo gastado, LUX reglamentaria y con LED.</i>	245
<i>Figura 253 Porcentaje sobre los estudios de impacto del inventario en el Escenario II para Infantil.</i>	247
<i>Figura 254 Cantidades de los diferentes de gases emitidos en el Escenario II para Infantil.</i>	247
<i>Figura 255 Impacto de emisión de las acciones del inventario para el Escenario II para Infantil.</i>	248
<i>Figura 256 Árbol de emisiones que impactan en la etapa de Infantil para el Escenario II.</i>	248
<i>Figura 257 Porcentaje sobre los estudios de impacto del inventario en el Escenario II para Primaria.</i>	249
<i>Figura 258 Cantidades de los diferentes de gases emitidos en el Escenario II para Primaria.</i>	249
<i>Figura 259 Impacto de emisión de las acciones del inventario para el Escenario II para Primaria.</i>	250
<i>Figura 260 Árbol de emisiones que impactan en la etapa de Primaria para el Escenario II.</i>	250
<i>Figura 261 Porcentaje sobre los estudios de impacto del inventario en el Escenario II para Secundaria.</i>	251
<i>Figura 262 Cantidades de los diferentes de gases emitidos en el Escenario II para Secundaria.</i>	251
<i>Figura 263 Impacto de emisión de las acciones del inventario para el Escenario II para Secundaria.</i>	252
<i>Figura 264 Árbol de emisiones que impactan en la etapa de Secundaria para el Escenario II.</i>	252
<i>Figura 265 Porcentaje sobre los estudios de impacto de los items del inventario en el Escenario II para CF.</i>	253
<i>Figura 266 Cantidades de los diferentes de gases emitidos en el Escenario II para CF.</i>	253
<i>Figura 267 Impacto de emisión de las acciones del inventario para el Escenario II para CF.</i>	254
<i>Figura 268 Árbol de emisiones que impactan en la etapa de CF para el Escenario II.</i>	254
<i>Figura 269 Porcentaje sobre los estudios de impacto de los items del inventario en el Escenario II para FPB.</i>	255
<i>Figura 270 Cantidades de los diferentes de gases emitidos en el Escenario II para FPB.</i>	255
<i>Figura 271 Impacto de emisión de las acciones del inventario para el Escenario II para FPB.</i>	256
<i>Figura 272 Árbol de emisiones que impactan en la etapa de FPB para el Escenario II.</i>	256
<i>Figura 273 Porcentaje sobre los estudios de impacto del inventario en el Escenario III para Infantil.</i>	259
<i>Figura 274 Cantidades de los diferentes de gases emitidos en el Escenario III para Infantil.</i>	259
<i>Figura 275 Impacto de emisión de las acciones del inventario para el Escenario III para Infantil.</i>	260
<i>Figura 276 Árbol de emisiones que impactan en la etapa de Infantil para el Escenario III.</i>	260
<i>Figura 277 Porcentaje sobre los estudios de impacto de los items del inventario en el Escenario III para Primaria.</i>	261

<i>Figura 278 Cantidades de los diferentes de gases emitidos en el Escenario III para Primaria.</i>	261
<i>Figura 279 Impacto de emisión de las acciones del inventario para el Escenario III para Primaria.</i>	262
<i>Figura 280 Árbol de emisiones que impactan en la etapa de Primaria para el Escenario III.</i>	263
<i>Figura 281 Porcentaje sobre los estudios de impacto de los items del inventario en el Escenario III para Secundaria.</i>	264
<i>Figura 282 Cantidades de los diferentes de gases emitidos en el Escenario III para Secundaria.</i>	264
<i>Figura 283 Impacto de emisión de las acciones del inventario para el Escenario III para Secundaria.</i>	265
<i>Figura 284 Árbol de emisiones que impactan en la etapa de Secundaria para el Escenario III.</i>	265
<i>Figura 285 Porcentaje sobre los estudios de impacto del inventario en el Escenario III para CF.</i>	266
<i>Figura 286 Cantidades de los diferentes de gases emitidos en el Escenario III para CF.</i>	266
<i>Figura 287 Impacto de emisión de las acciones del inventario para el Escenario III para CF.</i>	267
<i>Figura 288 Árbol de emisiones que impactan en la etapa de CF para el Escenario III.</i>	267
<i>Figura 289 Porcentaje sobre los estudios de impacto del inventario en el Escenario III para FPB.</i>	268
<i>Figura 290 Cantidades de los diferentes de gases emitidos en el Escenario III para FPB.</i>	268
<i>Figura 291 Impacto de emisión de las acciones del inventario para el Escenario III para FPB.</i>	269
<i>Figura 292 Árbol de emisiones que impactan en la etapa de FPB para el Escenario III.</i>	270
<i>Figura 293 Comparativa de los diferentes escenarios para Infantil.</i>	272
<i>Figura 294 Comparativa de los diferentes escenarios para Primaria.</i>	273
<i>Figura 295 Comparativa de los diferentes escenarios para Secundaria.</i>	274
<i>Figura 296 Comparativa de los diferentes escenarios para Ciclos Formativos.</i>	275
<i>Figura 297 Comparativa de los diferentes escenarios para FP Básica.</i>	276
<i>Figura 298 Comparativa entre etapas para el escenario base.</i>	279
<i>Figura 299 Comparativa entre etapas para el AS1: Jornada continua.</i>	280
<i>Figura 300 Comparativa entre etapas para el AS2: Iluminación LED.</i>	280
<i>Figura 301 Comparativa entre etapas para el AS3: Cambio de ubicación.</i>	281
<i>Figura 302 Comparativa entre etapas para todos los escenarios.</i>	282
<i>Figura 303 Comparativa individual entre etapas para el escenario base.</i>	283
<i>Figura 304 Comparativa individual entre etapas para el AS1: Jornada continua.</i>	285
<i>Figura 305 Comparativa individual entre etapas para el AS2: Iluminación LED.</i>	286
<i>Figura 306 Comparativa individual entre etapas para el AS3: Cambio de ubicación.</i>	287
<i>Figura 307 Comparativa individual de cada etapa para todos los escenarios.</i>	288

ÍNDICE DE TABLAS
------------------

<i>Tabla 1 Personas por etapa educativa.....</i>	<i>22</i>
<i>Tabla 2 Distribución de espacios en planta baja.....</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 3 Distribución de espacios en planta primera.....</i>	<i>25</i>
<i>Tabla 4 Distribución de espacios en planta segunda.....</i>	<i>27</i>
<i>Tabla 5 Distribución de espacios en planta tercera.....</i>	<i>28</i>
<i>Tabla 6 Distribución de metros cuadrados por planta.....</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 7 Distribución de metros cuadrados por tipo de utilización principal.....</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 8 Distribución de metros cuadrados por etapa educativa.....</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 9 Inventario de iluminación de espacios en planta baja.....</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 10 Inventario de iluminación de espacios en planta primera.....</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 11 Inventario de iluminación de espacios en planta segunda.....</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 12 Inventario de iluminación de espacios en planta tercera.....</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 13 Inventario de iluminación de para cada una de las etapas educativas.....</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 14 Consumo de las distintas iluminaciones en uso y stand-by.....</i>	<i>38</i>
<i>Tabla 15 Potencia de iluminación instalada por etapa educativa.....</i>	<i>38</i>
<i>Tabla 16 Inventario informático por etapas educativas.....</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 17 Consumo de los distintos componentes informáticos en uso y stand-by.....</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 18 Consumo de componentes informáticos en uso y stand-by por etapa educativa.....</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 19 Consumo de electricidad anual de maquinaria pesada.....</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 20 Consumo de gas para las distintas etapas educativas.....</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 21 Consumo de papel para las distintas etapas educativas.....</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 22 Consumibles de los talleres estimados año.....</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 23 Relación de alumnos en comedor por etapa educativa.....</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 24 Relevancia del comedor en los desplazamientos de alumnos por etapa.....</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 25 Distribución de pesos para chicos.....</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 26 Distribución de pesos para chicas.....</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 27 Distribución de pesos por curso y genero para la etapa de Infantil.....</i>	<i>58</i>
<i>Tabla 28 Distribución de pesos por curso y genero para la etapa de Primaria.....</i>	<i>58</i>
<i>Tabla 29 Distribución de pesos por curso y genero para la etapa de Secundaria.....</i>	<i>59</i>
<i>Tabla 30 Distribución de pesos por curso y genero para la etapa de Ciclos.....</i>	<i>59</i>
<i>Tabla 31 Distribución de pesos por curso y genero para la etapa de FPB.....</i>	<i>59</i>
<i>Tabla 32 Distribución de pesos contemplados por etapa educativa.....</i>	<i>60</i>
<i>Tabla 33 km alumnos por etapa en el modelo de distancias de Google.....</i>	<i>61</i>
<i>Tabla 34 km alumnos por etapa en el modelo de distancias de códigos postales.....</i>	<i>62</i>
<i>Tabla 35 Media km alumnos por etapa en el modelo de distancias de Google.....</i>	<i>62</i>
<i>Tabla 36 Media km alumnos por etapa en el modelo de distancias de códigos postales.....</i>	<i>62</i>
<i>Tabla 37 Distancia y personas divididas por medio de transporte en un desplazamiento... </i>	<i>62</i>
<i>Tabla 38 Porcentaje de personas por etapa según medio de desplazamiento.....</i>	<i>64</i>
<i>Tabla 39 Tabla de errores de distancias según dos distintos modelos de cálculo.....</i>	<i>66</i>
<i>Tabla 40 Tabla de distancias de alumnos en Infantil.....</i>	<i>70</i>
<i>Tabla 41 Tabla de alumnos y kg*km en la etapa de Infantil.....</i>	<i>71</i>
<i>Tabla 42 Tabla de distancias por curso de alumnos en Primaria.....</i>	<i>72</i>
<i>Tabla 43 Tabla de alumnos y kg*km en la etapa de Primaria.....</i>	<i>73</i>
<i>Tabla 44 Tabla de distancias de alumnos en Secundaria.....</i>	<i>74</i>
<i>Tabla 45 Tabla de alumnos y kg*km en la etapa de Secundaria.....</i>	<i>75</i>
<i>Tabla 46 Tabla de distancias de alumnos en Ciclos.....</i>	<i>76</i>
<i>Tabla 47 Tabla de alumnos y kg*km en la etapa de Ciclos Formativos.....</i>	<i>77</i>
<i>Tabla 48 Tabla de distancias de alumnos en FP Básica.....</i>	<i>78</i>
<i>Tabla 49 Tabla de alumnos y kg*km en la etapa de FP Básica.....</i>	<i>79</i>
<i>Tabla 50 Km de profesores por etapa en un desplazamiento.....</i>	<i>80</i>
<i>Tabla 51 Valores de kg*km de profesores por etapa en un desplazamiento.....</i>	<i>81</i>

<i>Tabla 52 Porcentaje de hermanos que conviven en el centro</i> .....	82
<i>Tabla 53 Cantidades diarias de productos limpiadores</i> .....	83
<i>Tabla 54 Cantidades anuales de productos limpiadores</i> .....	83
<i>Tabla 55 Cantidades anuales de productos limpiadores considerados por etapa</i> .....	84
<i>Tabla 56 Gasto anual de agua en litros para cada etapa</i> .....	86
<i>Tabla 57 Horario según etapa</i> .....	88
<i>Tabla 58 Días lectivos por etapa cada año</i> .....	88
<i>Tabla 59 Ocupación de aulas en la etapa de Infantil y Primaria</i> .....	90
<i>Tabla 60 Ocupación de aulas en la etapa de Secundaria</i> .....	90
<i>Tabla 61 Ocupación de aulas en la etapa de Ciclos Formativos</i> .....	91
<i>Tabla 62 Ocupación de aulas en la etapa de FP Básica</i> .....	91
<i>Tabla 63 Porcentaje de ocupación de aulas por etapas</i> .....	91
<i>Tabla 64 Totales para las distintas categorías de impacto en la etapa de Infantil</i> .....	94
<i>Tabla 65 Totales para las distintas categorías de impacto en la etapa de Primaria</i> .....	115
<i>Tabla 66 Totales para las distintas categorías de impacto en la etapa de Secundaria</i> .....	136
<i>Tabla 67 Totales para las distintas categorías de impacto en la etapa de Ciclos Formativos</i> .....	156
<i>Tabla 68 Totales para las distintas categorías de impacto en la etapa de FP Básica</i> .....	177
<i>Tabla 69 Impacto de los ítems contemplados en el inventario</i> .....	212
<i>Tabla 70 Inventario de cantidades de ítems en el modelo base de cálculo</i> .....	213
<i>Tabla 71 Vatios eléctricos de iluminación en las distintas etapas educativas</i> .....	214
<i>Tabla 72 Vatios eléctricos de informática en las distintas etapas educativas</i> .....	214
<i>Tabla 73 Vatios eléctricos de maquinaria en las distintas etapas educativas</i> .....	214
<i>Tabla 74 Comparativa errores según promedio eléctrico en las distintas etapas educativas</i> .....	215
<i>Tabla 75 Vatios eléctricos en las distintas etapas educativas</i> .....	216
<i>Tabla 76 Influencia GWP100 de la electricidad por etapa</i> .....	216
<i>Tabla 77 kilovatios eléctricos en las distintas etapas educativas</i> .....	218
<i>Tabla 78 Influencia GWP100 del consumo de gas por etapa</i> .....	218
<i>Tabla 79 Influencia GWP100 del consumo de papel estimado por etapa</i> .....	219
<i>Tabla 80 Influencia GWP100 del consumo de agua estimado por etapa</i> .....	220
<i>Tabla 81 Influencia GWP100 de los consumibles de taller</i> .....	221
<i>Tabla 82 Influencia GWP100 de la construcción del edificio por etapa</i> .....	222
<i>Tabla 83 Influencia GWP100 de la limpieza del edificio por etapa</i> .....	223
<i>Tabla 84 Influencia GWP100 por categorías por etapa por año</i> .....	224
<i>Tabla 85 Influencia GWP100 por partidas por etapa por año por persona</i> .....	228
<i>Tabla 86 Inventario de las cantidades de ítems para el Escenario de Jornada Continua</i> ...	232
<i>Tabla 87 Comparativa de potencia en kW de consumo gastado, LUX reglamentaria y con LED</i> .....	244
<i>Tabla 88 Inventario de las cantidades de ítems para el Escenario de Iluminación con LED</i> .....	246
<i>Tabla 89 Inventario de las cantidades de ítems para el Escenario de Cambio de Ubicación</i> .....	258
<i>Tabla 90 Emisiones en kg CO<sub>2</sub> equivalente de cada etapa para todos los escenarios</i> .....	278
<i>Tabla 91 Emisiones en kg CO<sub>2</sub> equivalente por individuo de cada etapa para todos los escenarios</i> .....	283
<i>Tabla 92 Superficie en m<sup>2</sup> para cada individuo por etapa educativa</i> .....	284
<i>Tabla 93 Superficie en m<sup>2</sup> para cada individuo por etapa educativa</i> .....	284
<i>Tabla 94 Variaciones de CO<sub>2</sub> emisiones de escenarios por etapas</i> .....	291

# *INTRODUCCIÓN*

## INTRODUCCIÓN

Esta tesis tiene como objetivo el analizar los distintos consumos de emisiones de CO<sub>2</sub> que se producen en un centro educativo multietapa, diferenciando las diferentes variables que influyen en cada una de las etapas educativas.

Para comenzar, mi motivo personal para tener una razón para analizarlo. Llevo en docencia desde el 2008 y con mi formación técnica de ingeniería industrial y tras haber trabajado varios años en distintas empresas, me di cuenta de que en un centro educativo:

- No tienen ese afán de ánimo de lucro, con lo que no se valoran los diferentes consumos de energía sino por razones económicas.
- Es difícil un análisis, puesto que son muchas las variables existentes que varían normalmente cada uno de los años académicos.

- Se educa en valores, y qué mejor que enseñar a los alumnos sobre sostenibilidad y concienciación ambiental.
- Hay programas de participación de centros educativos sobre concienciación. Por ejemplo, en la Rioja está **CEHS** (Centros Educativos hacia la sostenibilidad.)

Ese afán técnico que tengo por mi formación me obliga de alguna forma evaluar las pérdidas y minimizar costes, en esta situación de docencia en la que habito, y además potenciado con esa función docente, de formar a los alumnos para promover esos valores de ahorro y sostenibilidad.

La sostenibilidad y la educación son dos de los pilares que soportarán nuestras generaciones futuras. Existen investigaciones que estudian aspectos diversos sobre la sostenibilidad. Es importante que los alumnos tengan una conciencia de sostenibilidad, así como el de reducir el impacto medioambiental en sus desplazamientos al centro educativo (Green, Morris, & Wade, 2012).

La metodología para el análisis del ciclo de vida (International Organization for Standardization, 2006) es útil para analizar el impacto ambiental ocasionado por cualquier tipo de producto o proceso (Udo de Haes, 2007). Sin embargo, los resultados obtenidos con este tipo de análisis presentan algunas incertidumbres que tienen que ser consideradas y evaluadas de manera apropiada. Los resultados obtenidos con este tipo de análisis presentan multitud de incertidumbres (Owens, 1996), que en el caso de estudio serán consideradas, al menos de forma cualitativa para el análisis multietapa.

Los estudios de LCA de los colegios se han basado en la los materiales de los edificios (Alshamrani, Gala, & Alkass, 2014) o del proceso de construcción (Solis-Guzman, Marrero, & Ramirez-de-Arellano, 2013) y existen algunos estudios que han aportado

información sobre los desplazamientos (여인호, 김준범, 강석교, & 김진범, 2012).

También se ha estudiado la influencia del proyecto educativo del centro en el pensamiento de desplazamiento (Warner & Elser, 2015). En esta misma ideología de concienciación cabe destacar que es muy difícil predecir la forma en la que se desplazan los alumnos debido a muchos factores: estímulo de los padres, la disponibilidad de paseo, distancia a la escuela, el género, la unidad de la escuela y la edad, y estímulos de amigos (Long, Harre, & Atkinson, 2015)

De forma general las tendencias que se obtienen se utilizan como líneas de actuación, por ejemplo, para responder a la apelación de la sociedad para integrar la sostenibilidad y su uso como una herramienta educativa con los estudiantes, que se utilizará para la elaboración de políticas (Lambrechts & Van Liedekerke, 2014)

Existen muchas motivaciones para el análisis de sostenibilidad en centros educativos. Una escuela sostenible es una filosofía atractiva para las políticas de cambio de centro educativo (Pepper, 2014), y además es una herramienta para mejoras de diseño, metodología y de encontrar diferencias entre centros (Lo, 2015). También sobre diferentes trabajos de metodología sobre la forma de acercamiento en el trabajo de la sostenibilidad de centro (Spahiu, Korca, & Lindemann-Matthies, 2014).

La primera (AS1) representa una modificación a jornada continua de las etapas inferiores, lo cual afecta a las variables de comedor y desplazamiento. El segundo escenario (AS2) estudia la optimización energética con iluminación de última generación y optimización de ahorro energético. El tercer escenario alternativo (AS3) La opción de cambiar de situación de un colegio céntrico al extrarradio respetando los alumnos. Estos escenarios pueden facilitar para evaluar el grado de incertidumbre del ACV desarrollado debido a las decisiones tomadas. Fuera de los límites de este trabajo cae la incertidumbre



debido al conocimiento impreciso de los diferentes parámetros utilizados en el Inventario del Ciclo de Vida (ICV).

Dependiendo del método elegido puede haber ciertas variaciones a la hora de hacer un cálculo de Huella de Carbono en los distintos productos, es más en productos similares, dependiendo del proceso de cálculo los resultados pueden variar apreciablemente. (Padgett, Steinemann, Clarke, & Vandenberg, 2008)

Las últimas tendencias de cálculo aproximan que en lugar del cálculo por medio del control del ciclo de vida del producto, es por la cadena de innovación, haciendo una trazabilidad inversa del cálculo e identificando con precisión las oportunidades para reducir el potencial. (Dong, 2013)

En nuestro caso el modelo utilizado de cálculo es por análisis del ciclo de vida de todos los factores que actúan sobre nuestro producto final y son propios del proceso productivo.

Para este análisis se incluirán todos los factores que actúan sobre nuestro producto final y son propios del proceso productivo. Consideramos nuestro inicio y final del ciclo de vida al alumno tras antes y después de superar un curso académico, para cada una de las etapas educativas consideradas, y tomando en cuenta las interacciones que realiza dentro y para el ámbito escolar.

En nuestro caso, para el análisis del ciclo de vida se consideran los elementos contemplados en la Figura 1. En inventario general se basa el proceso en el que el alumno modifica su rutina diaria y va a la escuela. Se consideraran los elementos sujetos a estudio cualquiera de los que tengan lugar como propios del centro, siendo los elementos independientes del proceso colegial no sujetos a este estudio, por considerarse elementos propios de la vida de la persona y no vinculados al centro.

Consideraremos los elementos propios a estudio los ítems generales que se exponen en la siguiente la Figura 1.

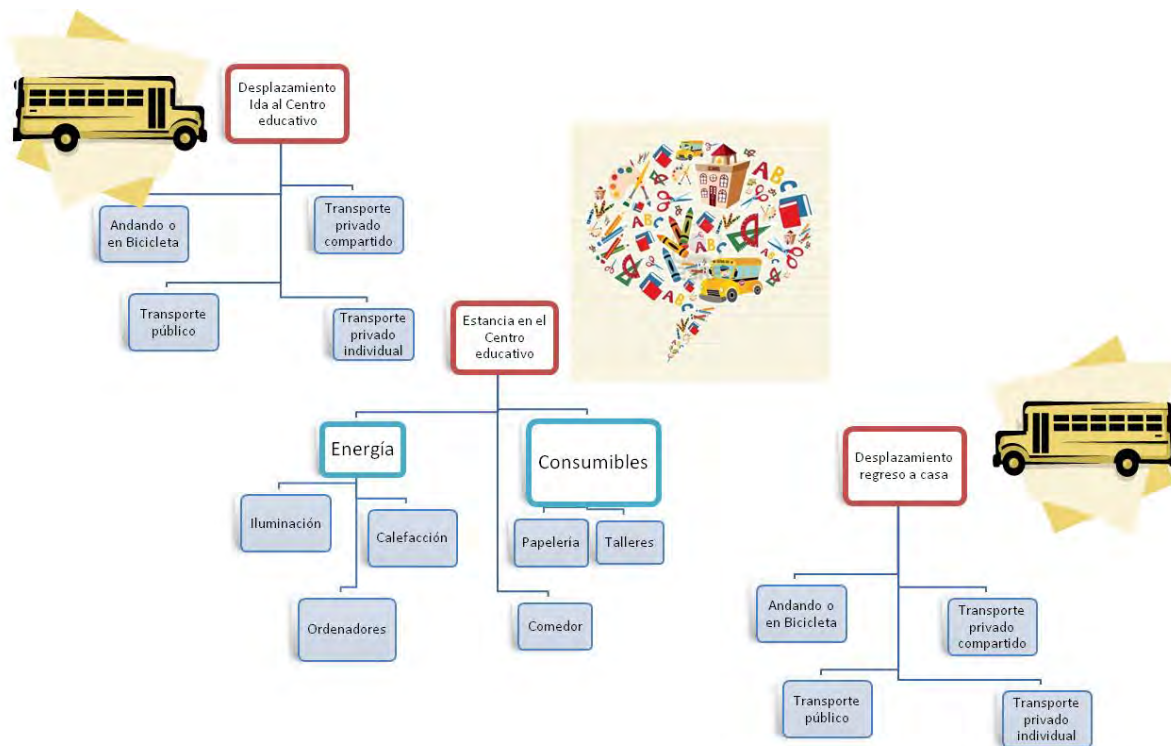


Figura 1 Ítems de estudio generales del alumno

En el modelo base se estudiarán las diferentes emisiones, y en las comparativas de los escenarios se estudiarán los valores de emisiones de kilogramos de dióxido de carbono. Para ello es conocido que según el tipo de producción que tienen los elementos del inventario cambian los valores (Messagie, Mertens, Oliveira, Rangaraju, Sanfelix, & Coosemans, 2014) por lo que en este análisis comparativo será cualitativo y se tendrán en cuenta las variaciones de una etapa con respecto a otra, en lugar de destacar el contenido cuantitativo.

El número de ítems a contemplar es complicado de definir. Para hospitales se contemplan entre otros el diseño del edificio, el consumo de energía directo y agua, los desperdicios, los desplazamientos, la psicología y el comportamiento (McGain & Naylor, 2014)

Y también, hay que tener en cuenta que en el modelo de cálculo de huella de carbono, se obtienen resultados que pueden variar apreciablemente, puesto que infraestiman las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O (Kenny & Gray, 2009) lo cual para este estudio cualitativo afectará lateralmente.

El tema de sostenibilidad en colegios se ha aplicado, de forma educativa en otros países en los grados intermedios de educación elemental, aplicando preparación, desarrollo, test de campo y evaluación y desarrollo (이영준, 이상원, & 김종우, 2013). En la comunidad de La Rioja, el programa CEHS se compone de tres años con prediagnostico, diagnostico, propuesta, ejecución y evaluación.

# CAPÍTULO 1

## 1 INVENTARIO

Para el análisis particular que se va a realizar en este estudio, se va a contemplar todas las variables, repartidas en las etapas educativas del caso de estudio. Cada uno de los ítems del modelo de ciclo de vida que se tendrán en cuenta, se muestran a continuación, en la siguiente Figura 2.

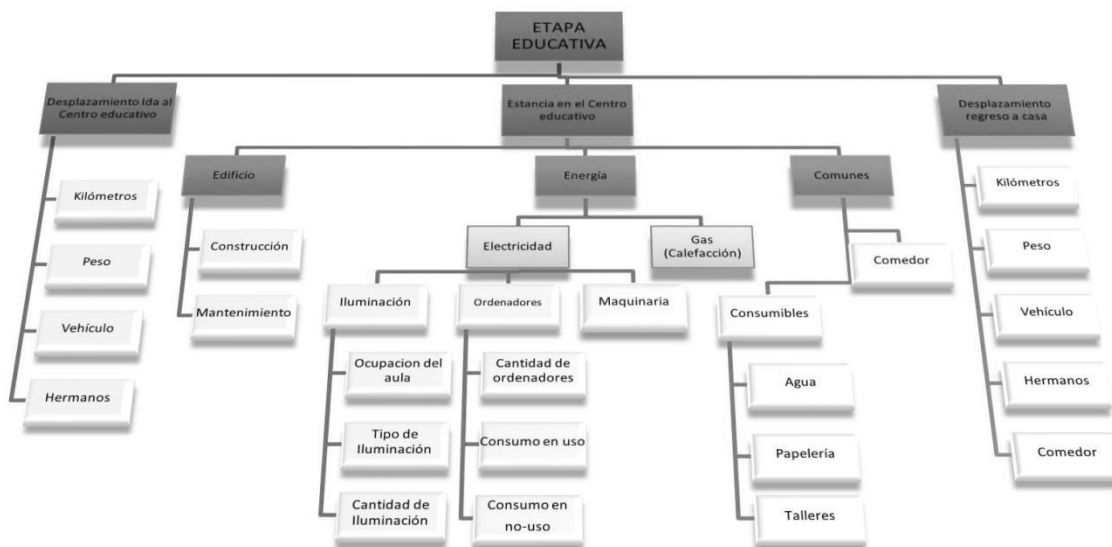


Figura 2 Inventario de variables contemplados por etapa

# CAPÍTULO 2

## 2 MODELO BASE

El modelo base se estudiará directamente con los datos recogidos en las mediciones de cada uno de los elementos del inventario. Todos ellos se valorarán dentro del programa SimaPro versión 7.1, según el método CML 2 baseline 2000 V2.03 / World, 1995.

Con ello se analizarán las categorías ambientales siguientes, para cada una de las etapas educativas:

- abiotic depletion
- global warming (GWP100)
- ozone layer depletion (ODP)
- human toxicity
- fresh water aquatic ecotox.
- marine aquatic ecotoxicity
- terrestrial ecotoxicity
- photochemical oxidation
- acidification
- eutrophication

## 2.1 INFANTIL

Se estudiará la etapa de infantil con el inventario realizado. Para ello se analizan cada uno de los ítems del inventario para cada una de las categorías de impacto consideradas para este modelo base.

Tabla 64 Totales para las distintas categorías de impacto en la etapa de Infantil

Categoría de impacto	Unidad	Total
abiotic depletion	kg Sb eq	77,61805
global warming (GWP100)	Kg CO <sub>2</sub> eq	10565,65
ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	0,00103
human toxicity	kg 1,4-DB eq	4438,856
fresh water aquatic ecotox.	kg 1,4-DB eq	755,3415
marine aquatic ecotoxicity	kg 1,4-DB eq	5473497
terrestrial ecotoxicity	kg 1,4-DB eq	68,46047
photochemical oxidation	kg C2H4	4,848807
acidification	kg SO2 eq	71,11901
eutrophication	kg PO4 <sup>---</sup> eq	6,439392

El estudio detallado para cada uno de los análisis de las categorías de impacto medioambiental se detalla en las siguientes páginas, donde se comentan los gráficos únicamente para el modelo de *Global Warming*, exponiendo el resto de información como información complementaria a este modelo para que sirva de referencia en futuras investigaciones para distintas comparativas entre categorías ambientales.

2.1.1 ABIOTIC DEPLETION (KG SB EQ)

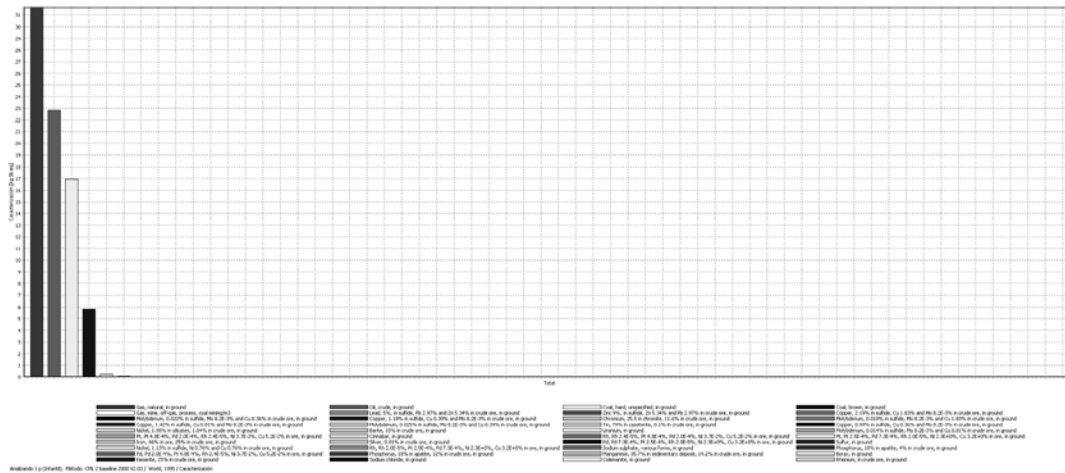


Figura 47 Emisiones de gases de abiotic depletion en la etapa de Infantil .

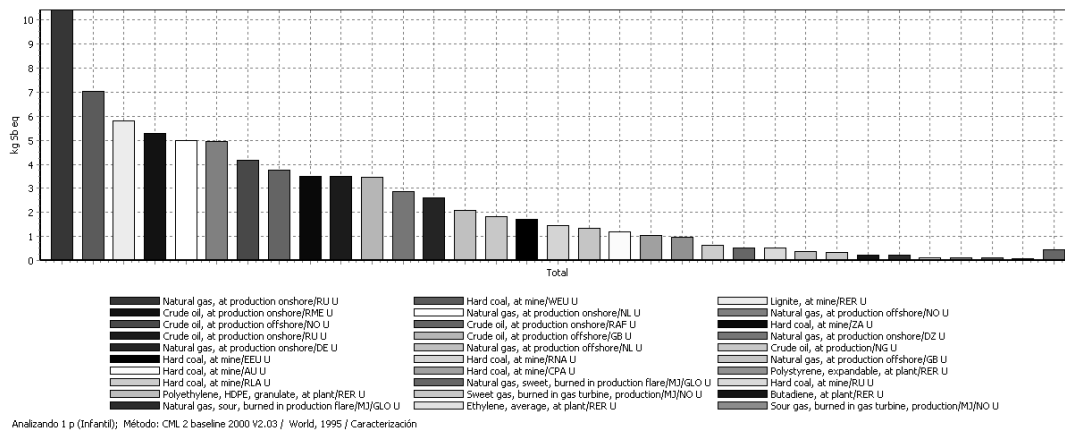


Figura 48 Contribución de procesos en abiotic depletion en la etapa de Infantil .

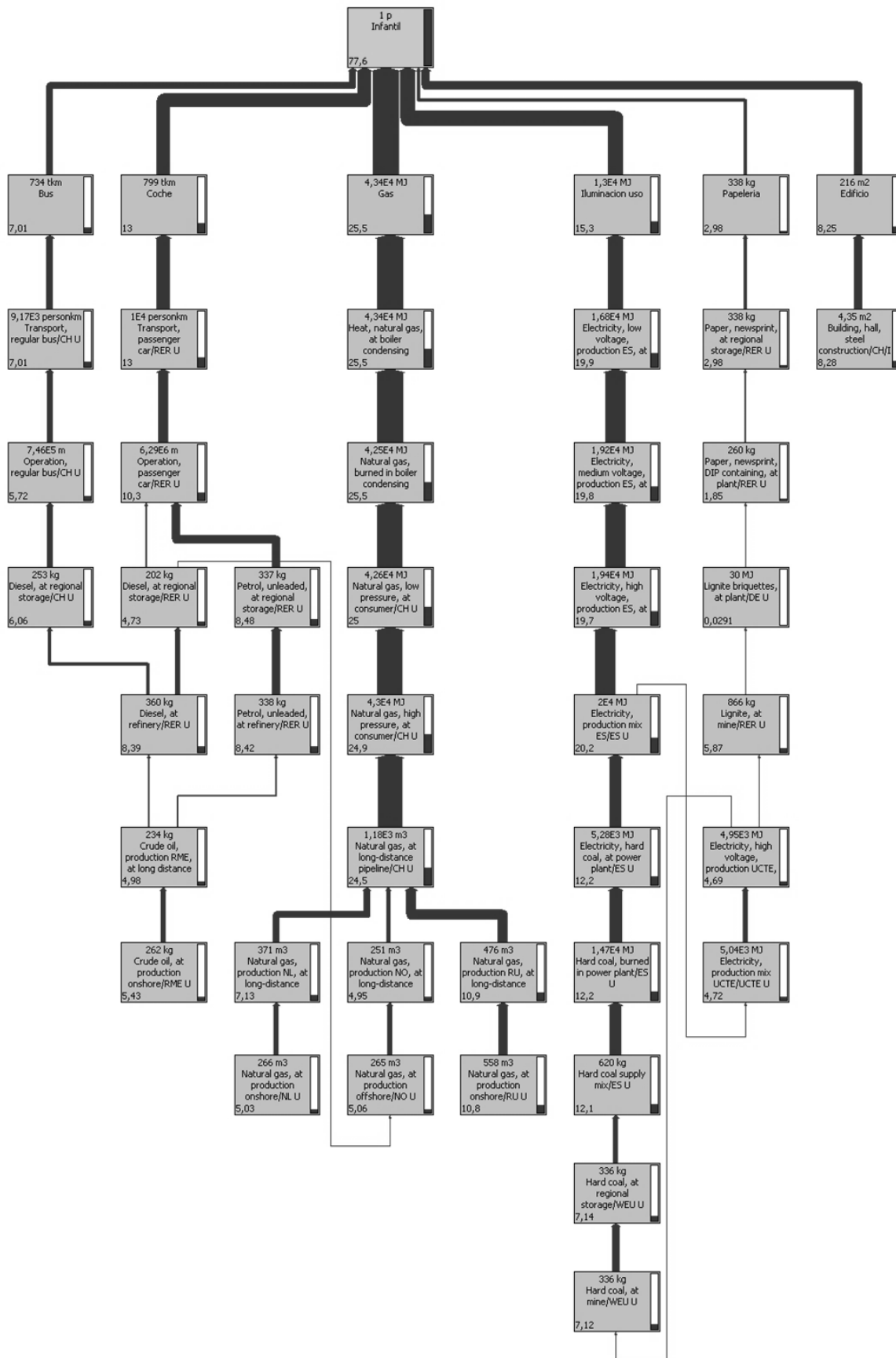


Figura 49 Árbol de la categoría de abiotic depletion en la etapa de Infantil .



2.1.2 GLOBAL WARMING (GWP100) EN KG CO<sub>2</sub> EQ

Y se observa que el gas emitido más contributivo al impacto en este caso es el CO<sub>2</sub> como se muestra en la siguiente Figura 50.

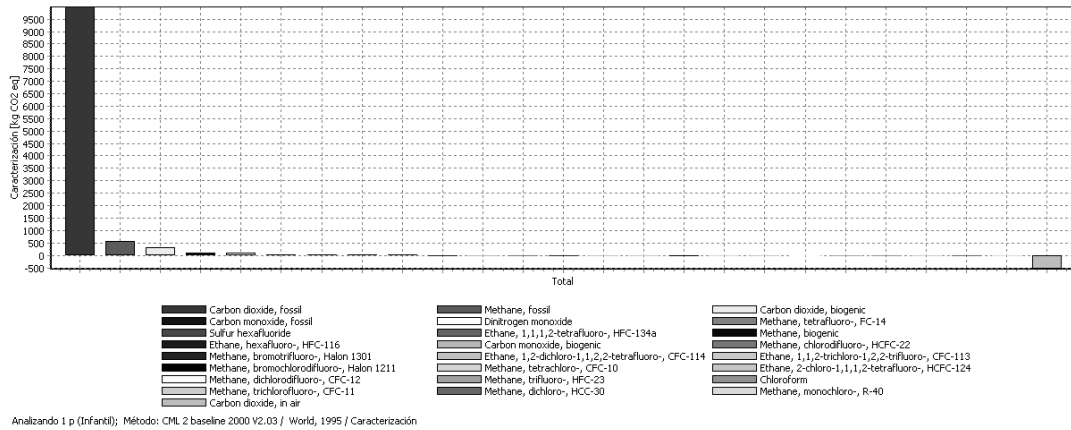


Figura 50 Emisiones de gases de global warming (GWP100) en la etapa de Infantil .

Considerando el impacto de emisiones de CO<sub>2</sub> emitidas a la atmosfera, y evaluando el ICV con el valor de carbono equivalente, se destacan cinco factores sobre el resto en función del proceso productivo de los ítems considerados, como se observa en la siguiente Figura 51.

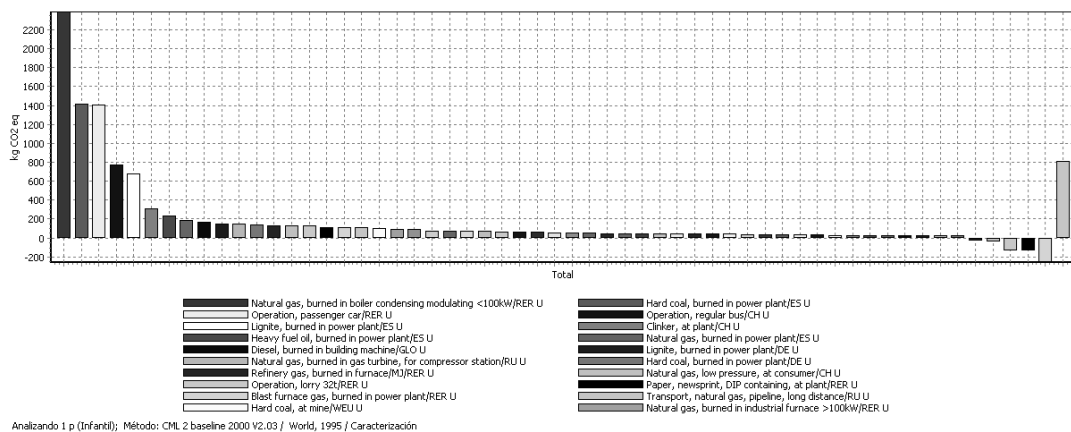


Figura 51 Contribución de procesos en global warming (GWP100) en la etapa de Infantil .

En la etapa educativa de infantil están los alumnos más pequeños del colegio y la jornada lectiva esta en horario partido. No tienen mucho consumo de talleres y su desplazamiento conlleva el transporte de pocos kilogramos de su peso. El espacio que ocupan no es excesivo, puesto que así lo demuestran los metros

cuadrados necesarios para esta etapa, y de esta misma forma el consumo energético. Los alumnos de esta etapa son totalmente dependientes en cuanto a desplazamientos se refiere, y son acompañados en todo momento.

Los resultados de impacto según las distintas contribuciones del ICV se muestran en la siguiente Figura 52.

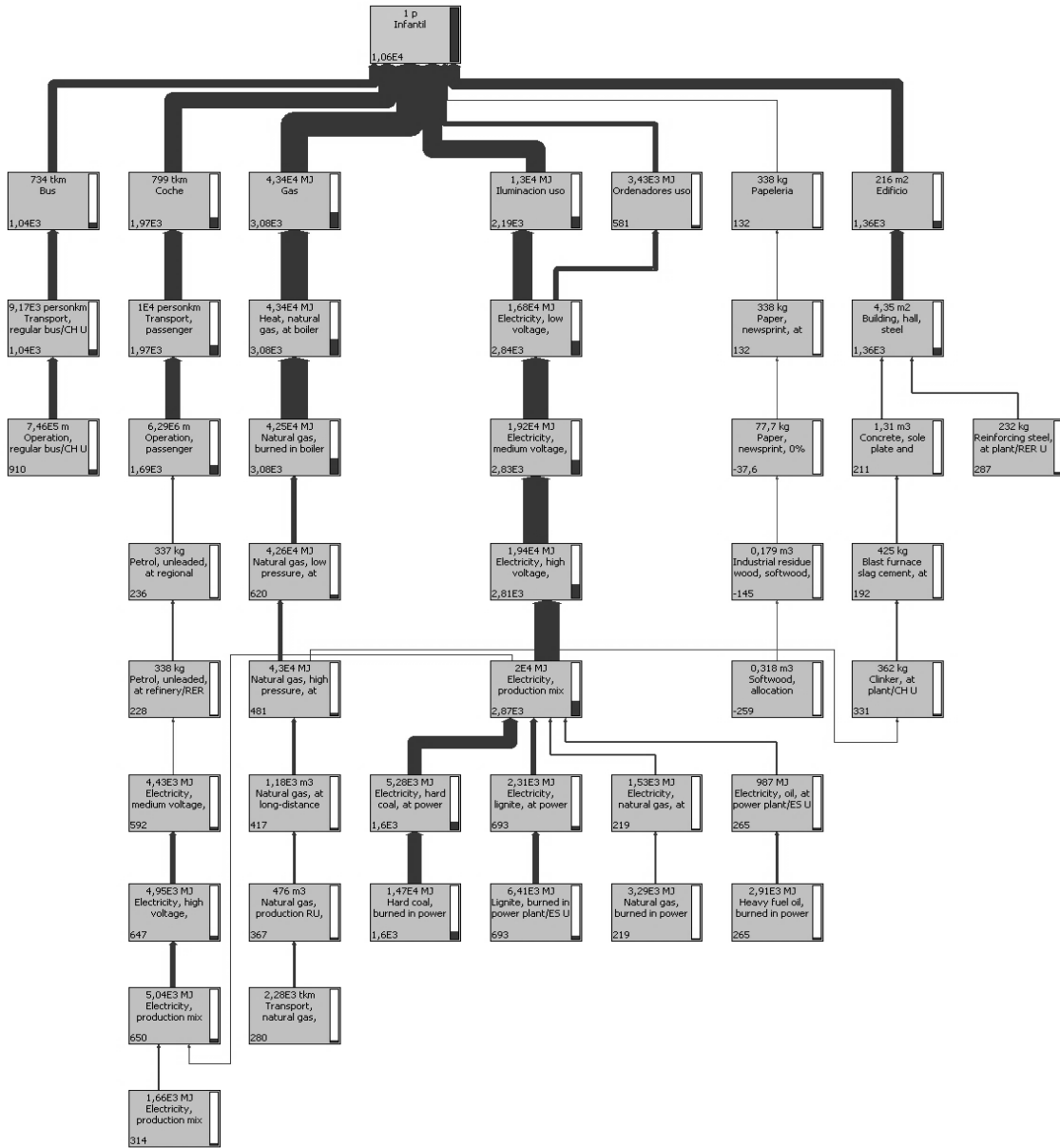


Figura 52 Árbol de la categoría de global warming (GWP100) en la etapa de Infantil .

2.1.3 OZONE LAYER DEPLETION (ODP) EN KG CFC-11 EQ

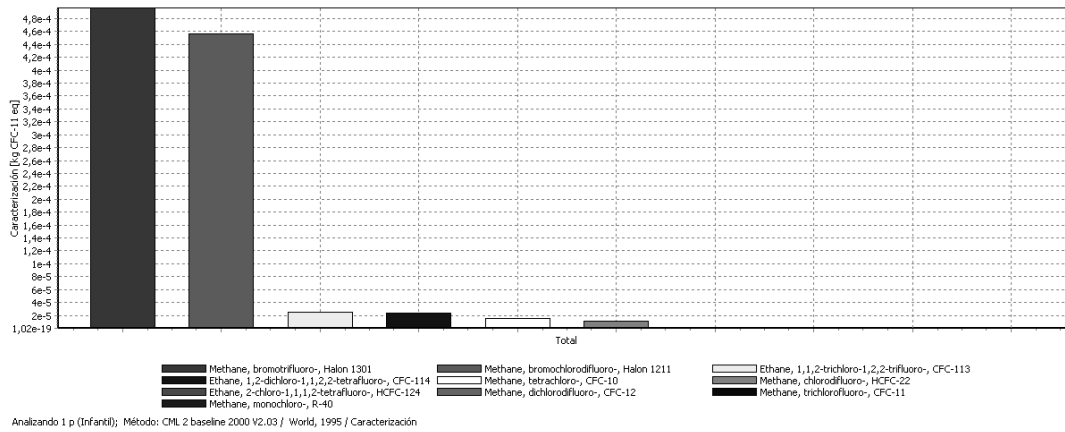


Figura 53 Emisiones de gases de ozone layer depletion en la etapa de Infantil .

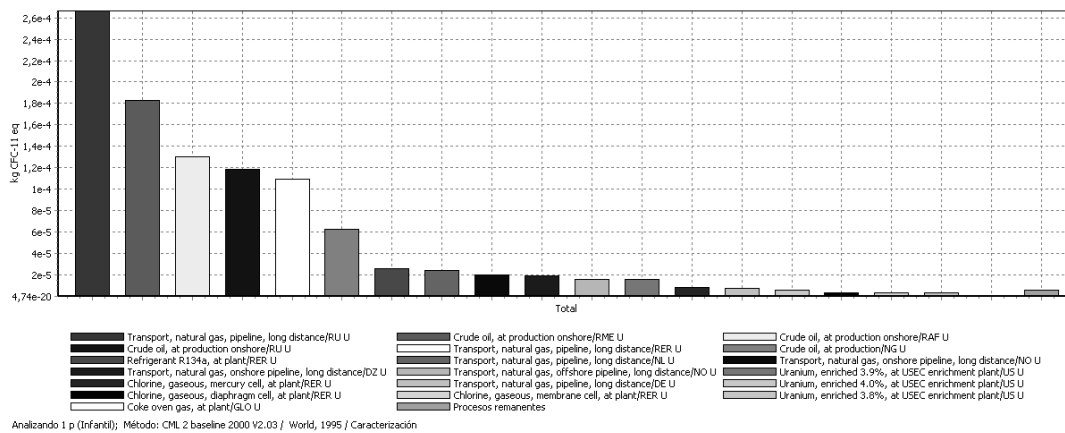


Figura 54 Contribución de procesos en ozone layer depletion en la etapa de Infantil .

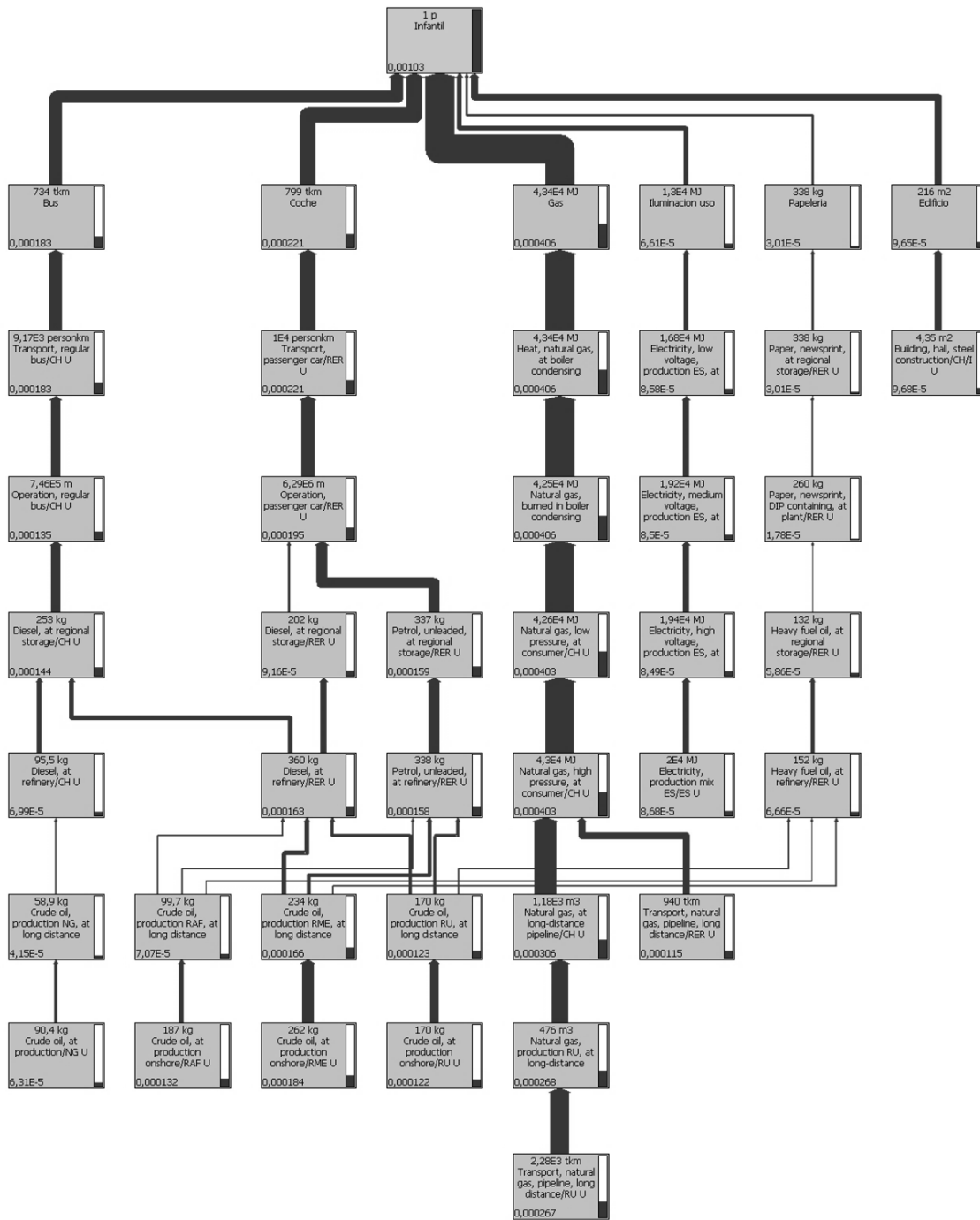


Figura 55 Árbol de la categoría de ozono layer depletion en la etapa de Infantil .

2.1.4 HUMAN TOXICITY EN KG 1,4-DB EQ

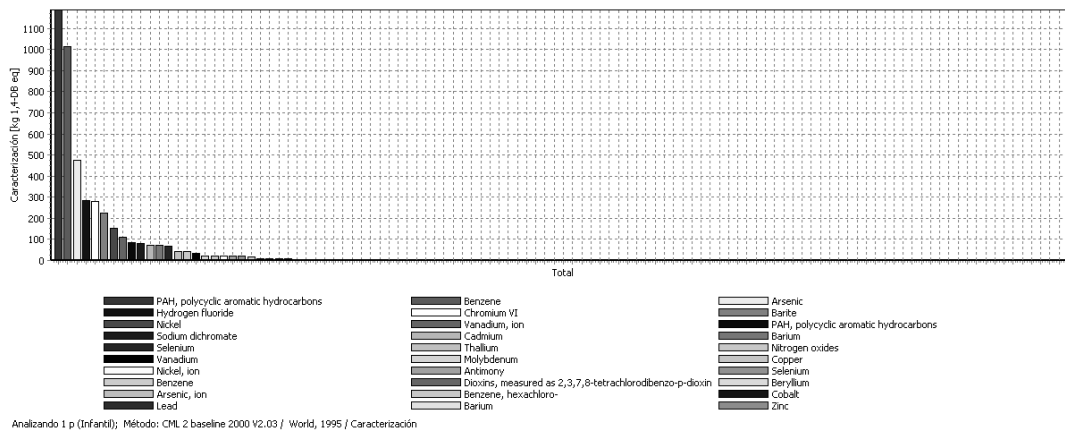


Figura 56 Emisiones de gases de human toxicity en la etapa de Infantil .

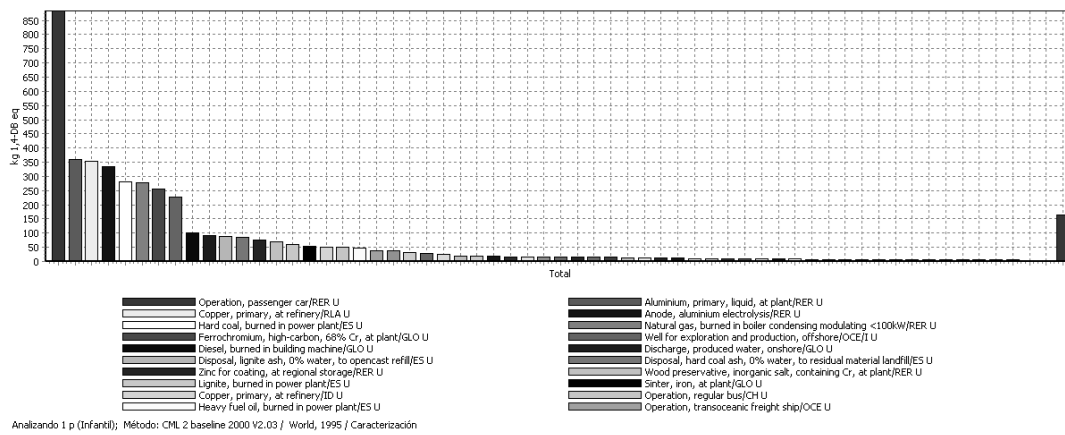


Figura 57 Contribución de procesos en human toxicity en la etapa de Infantil .

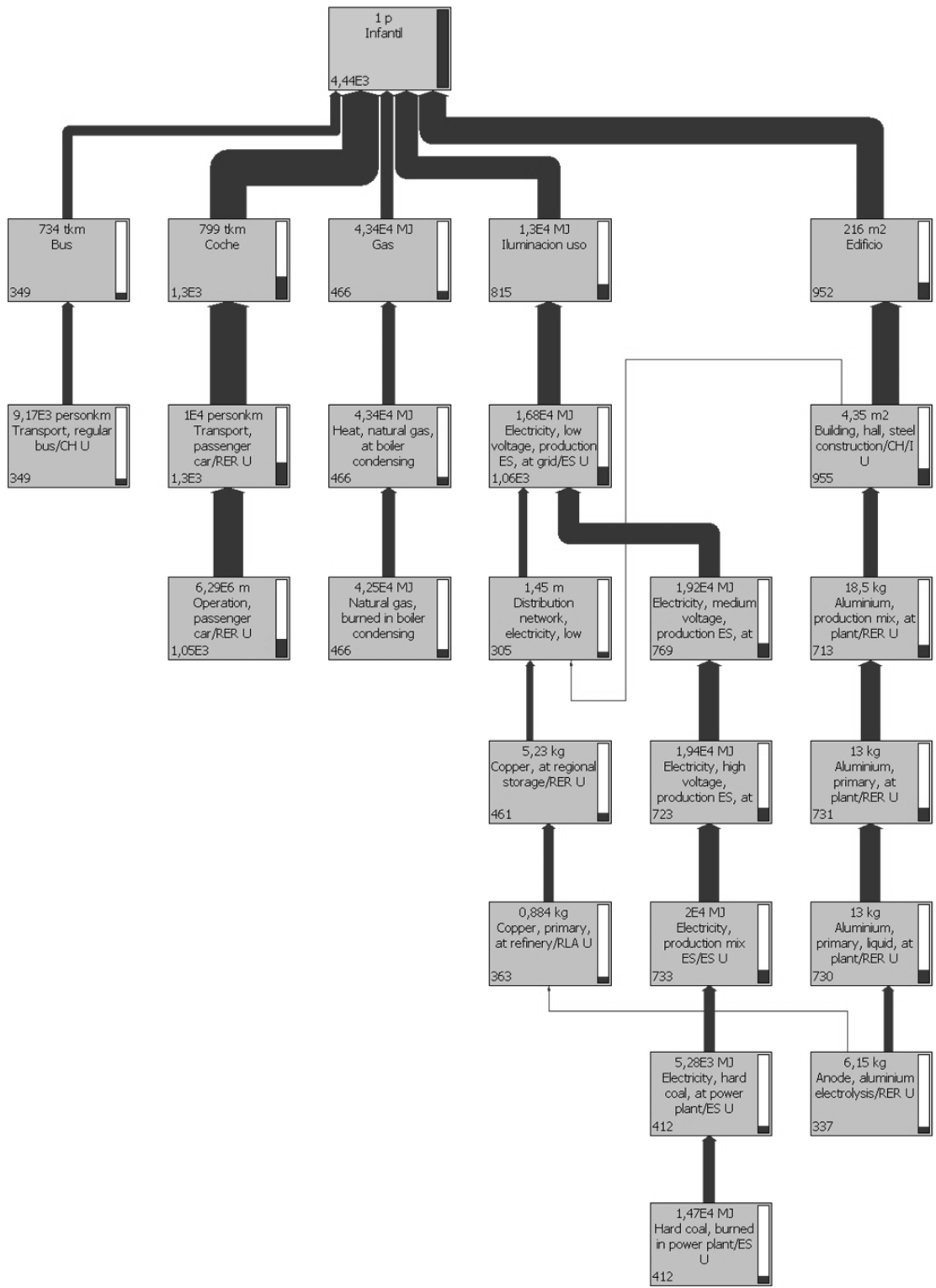


Figura 58 Árbol de la categoría de human toxicity en la etapa de Infantil .

2.1.5 FRESH WATER AQUATIC ECOTOX. EN KG 1,4-DB EQ

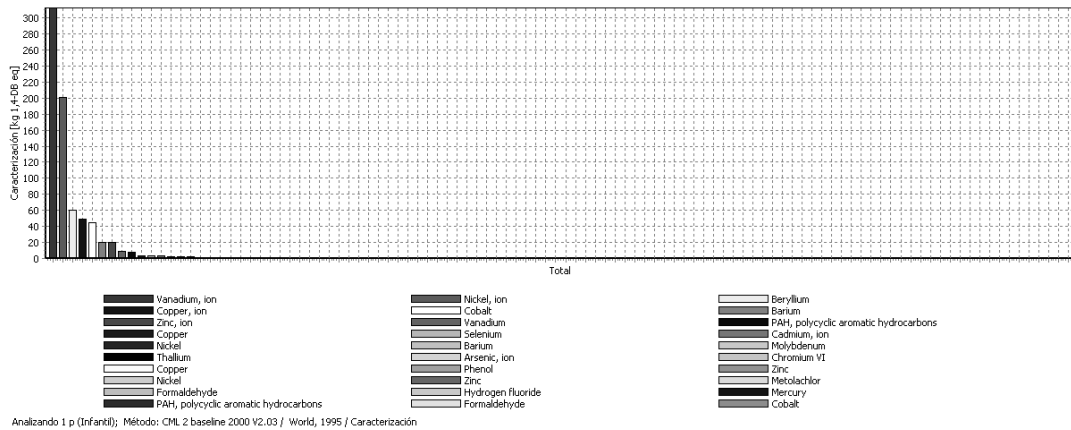


Figura 59 Emisiones de gases de fresh water aquatic ecotox en la etapa de Infantil .

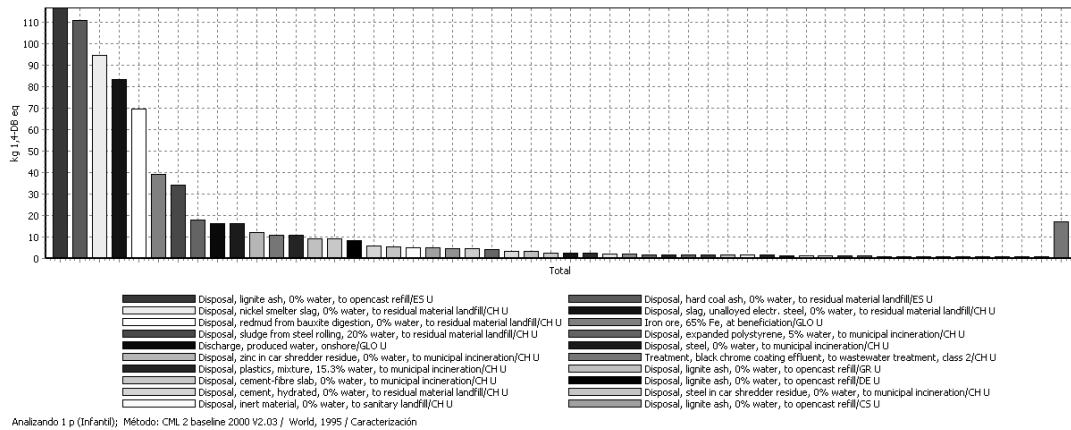


Figura 60 Contribución de procesos en fresh water aquatic ecotox en la etapa de Infantil .

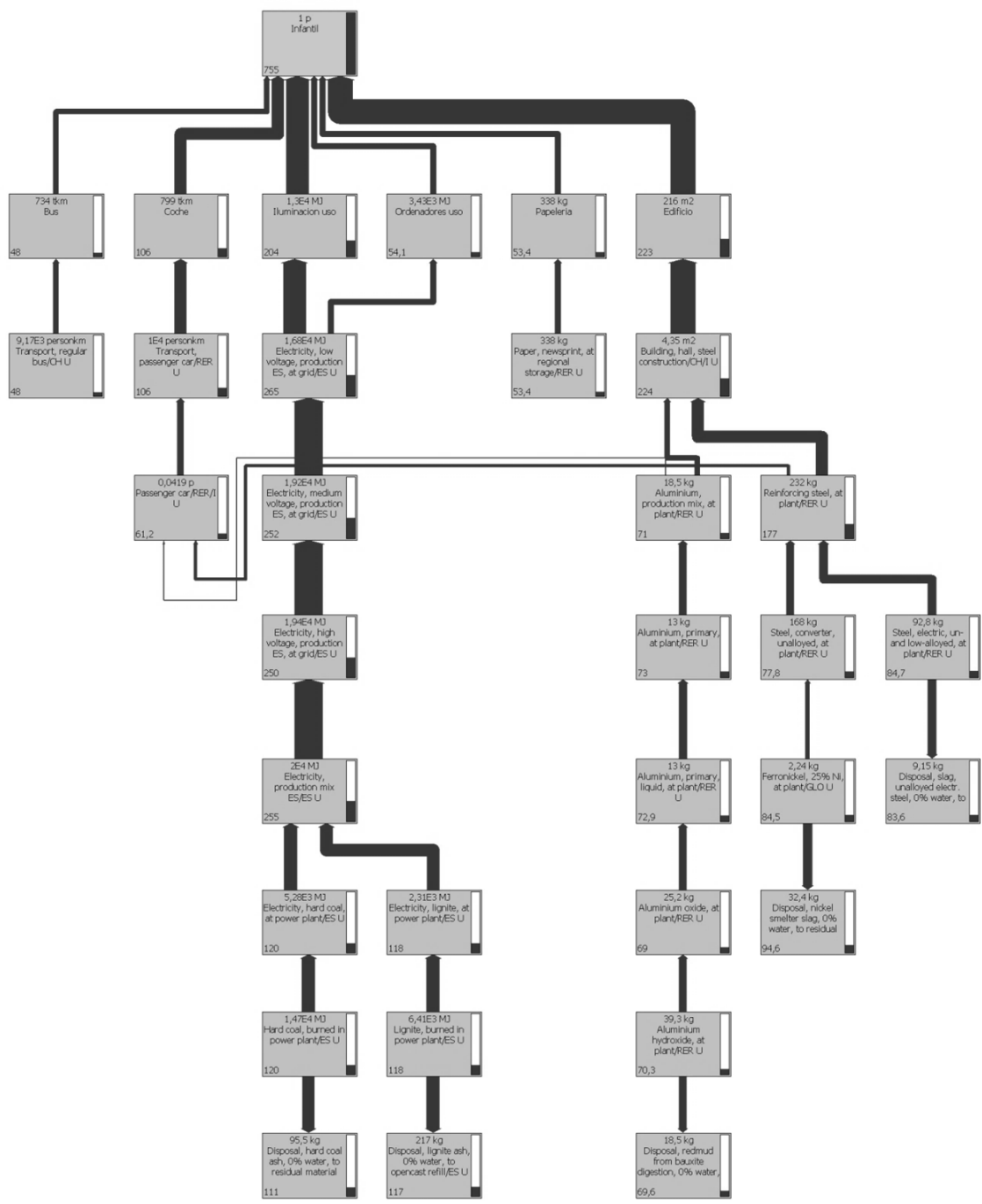


Figura 61 Árbol de la categoría de fresh water aquatic ecotox en la etapa de Infantil .



2.1.6 MARINE AQUATIC ECOTOXICITY (KG 1,4-DB EQ)

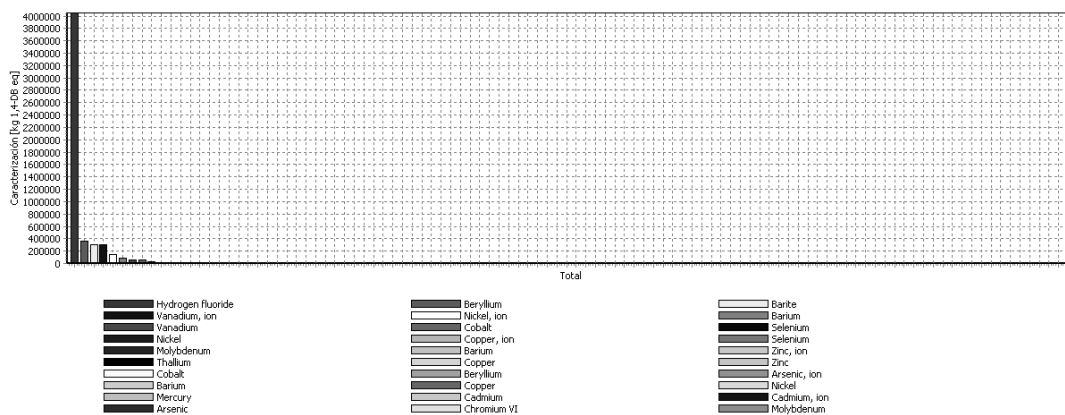


Figura 62 Emisiones de gases de marine aquatic ecotoxicity en la etapa de Infantil .

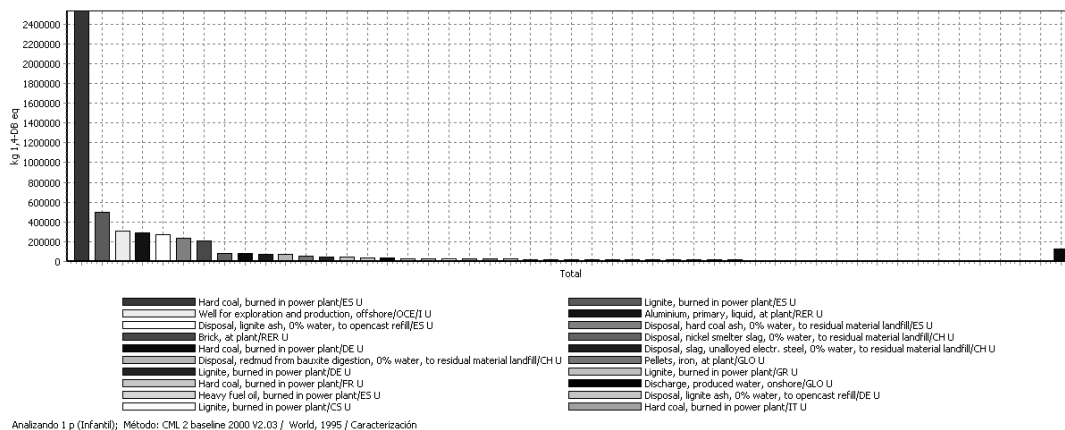


Figura 63 Contribución de procesos en marine aquatic ecotoxicity en la etapa de Infantil .

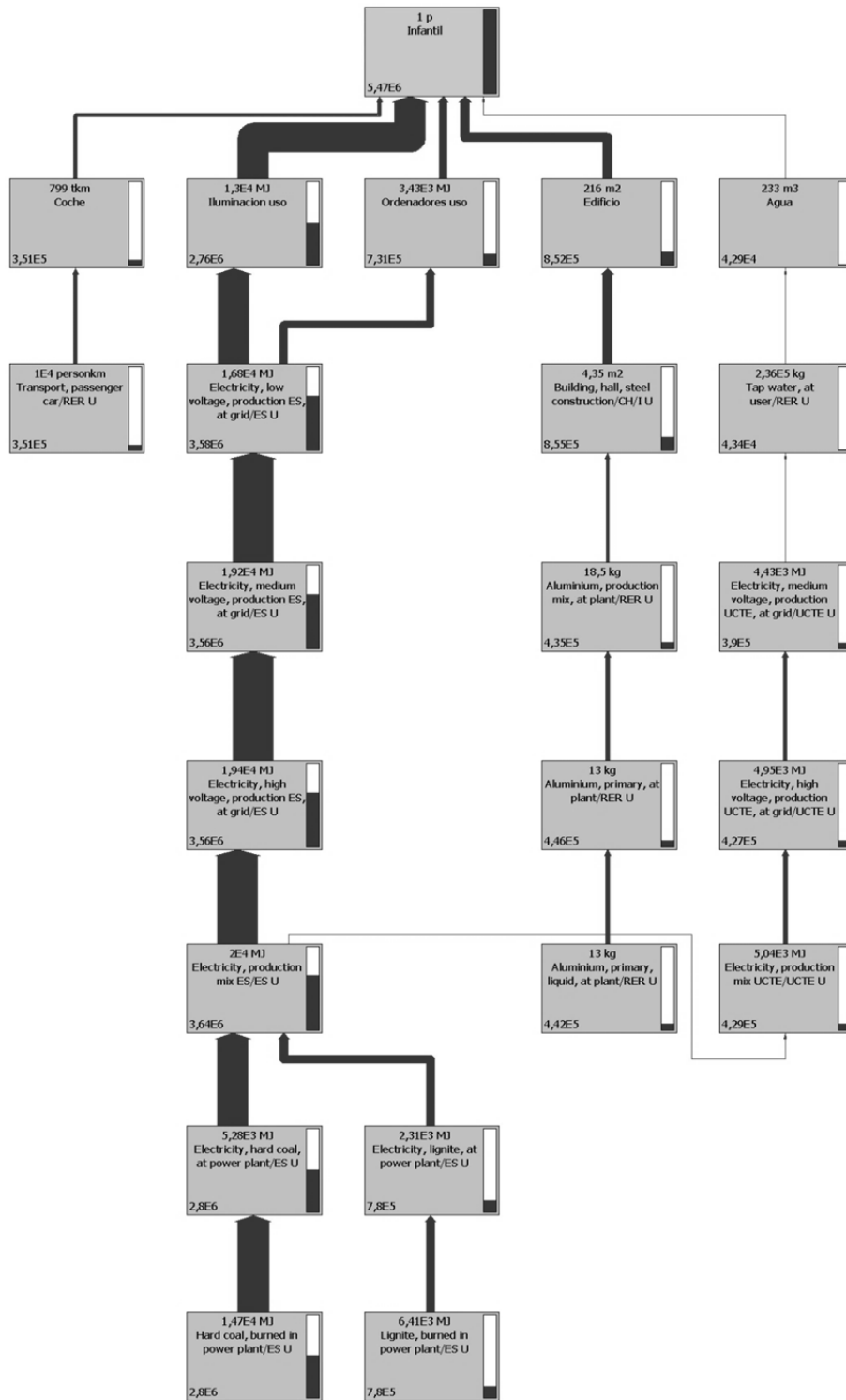


Figura 64 Árbol de la categoría de marine aquatic ecotoxicity en la etapa de Infantil .

2.1.7 TERRESTRIAL ECOTOXICITY (KG 1,4-DB EQ)

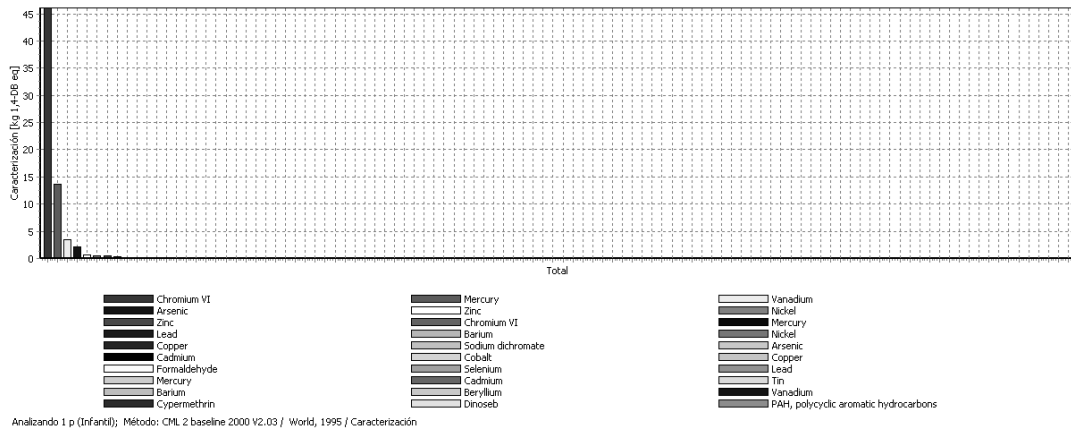


Figura 65 Emisiones de gases de terrestre ecotoxicity en la etapa de Infantil .

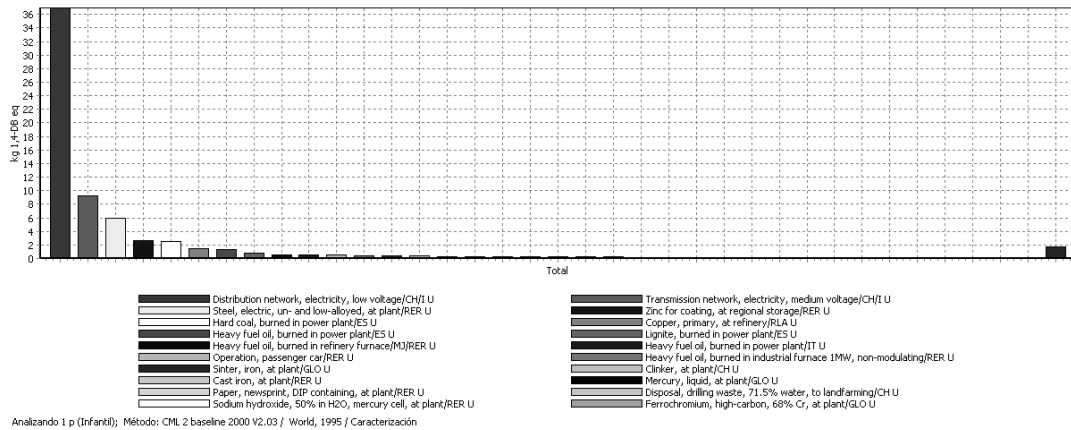


Figura 66 Contribución de procesos en terrestre ecotoxicity en la etapa de Infantil .

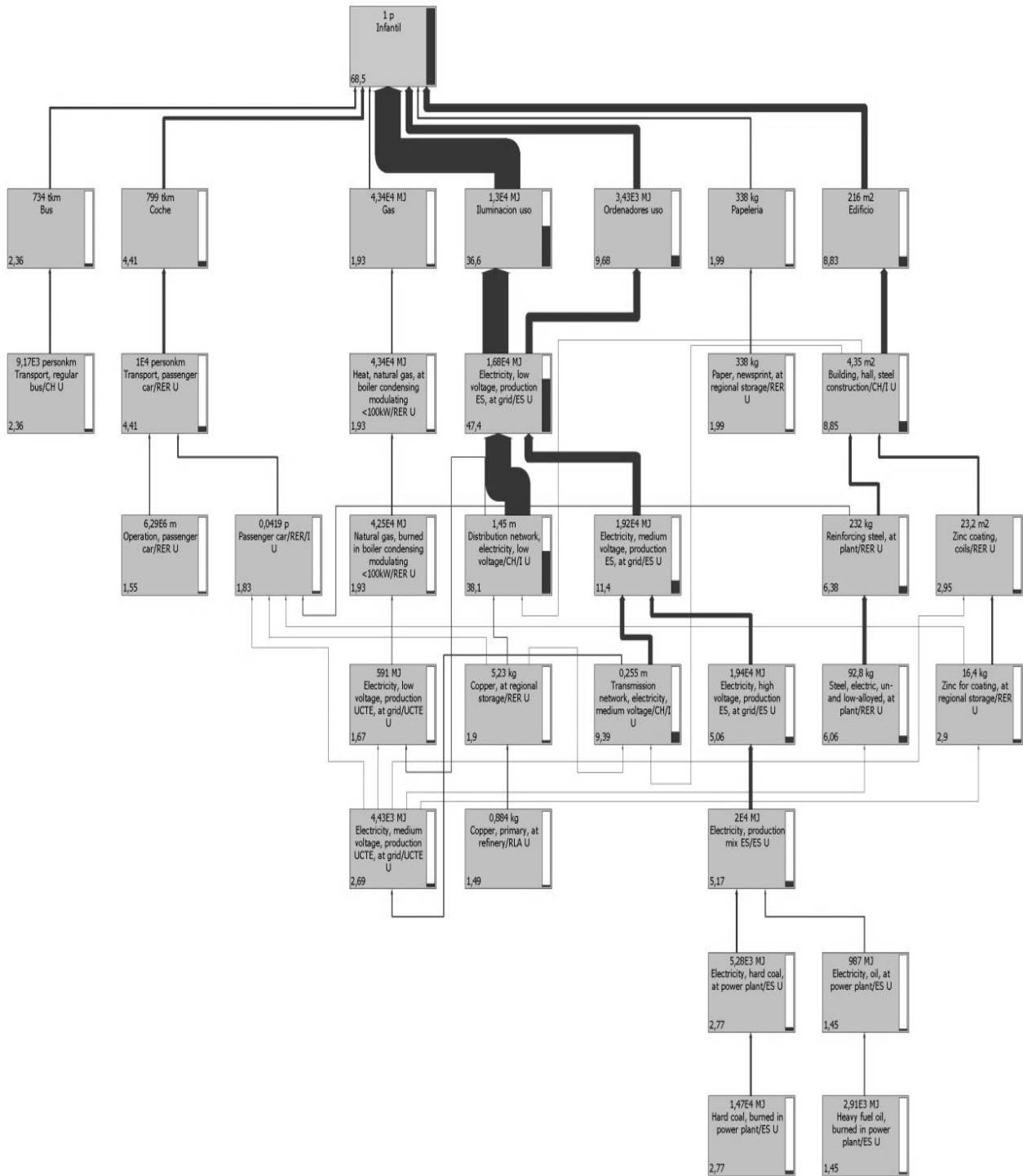


Figura 67 Árbol de la categoría de terrestre ecotoxicidad en la etapa de Infantil .

2.1.8 PHOTOCHEMICAL OXIDATION (KG C2H4)

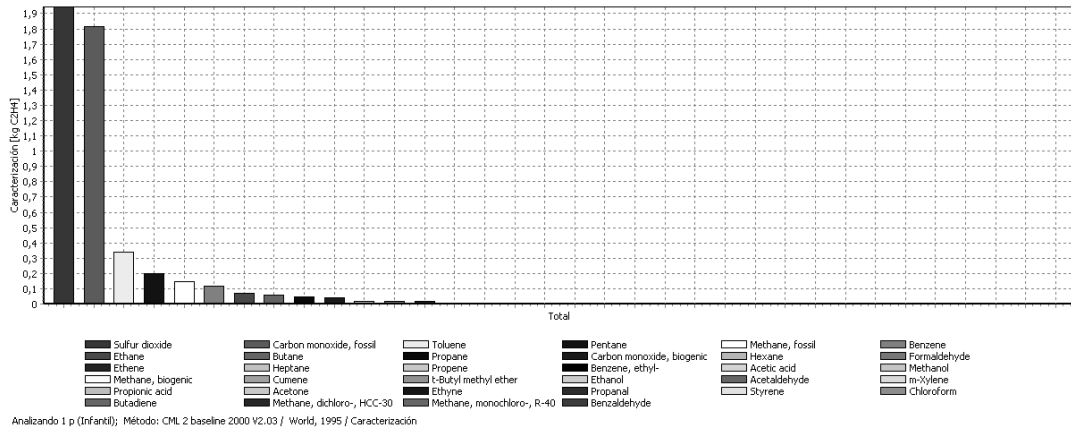


Figura 68 Emisiones de gases de photochemical oxidation en la etapa de Infantil .

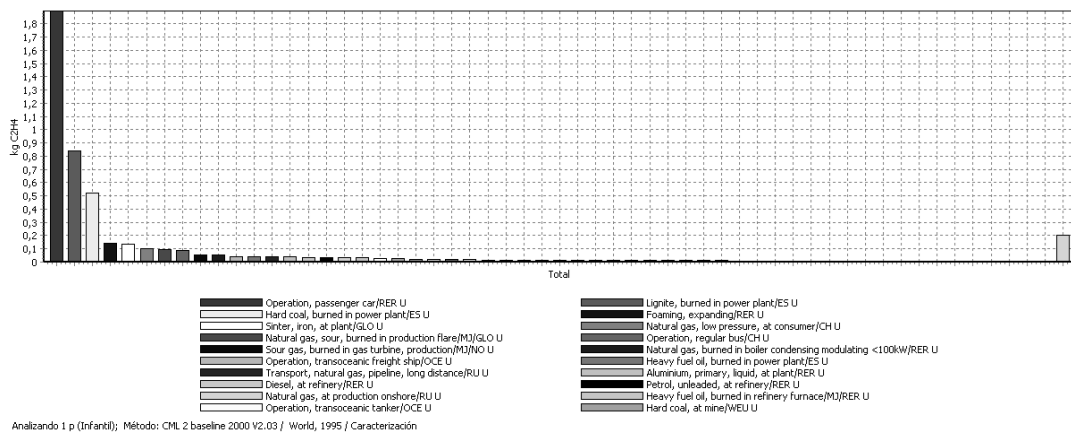


Figura 69 Contribución de procesos en photochemical oxidation en la etapa de Infantil .

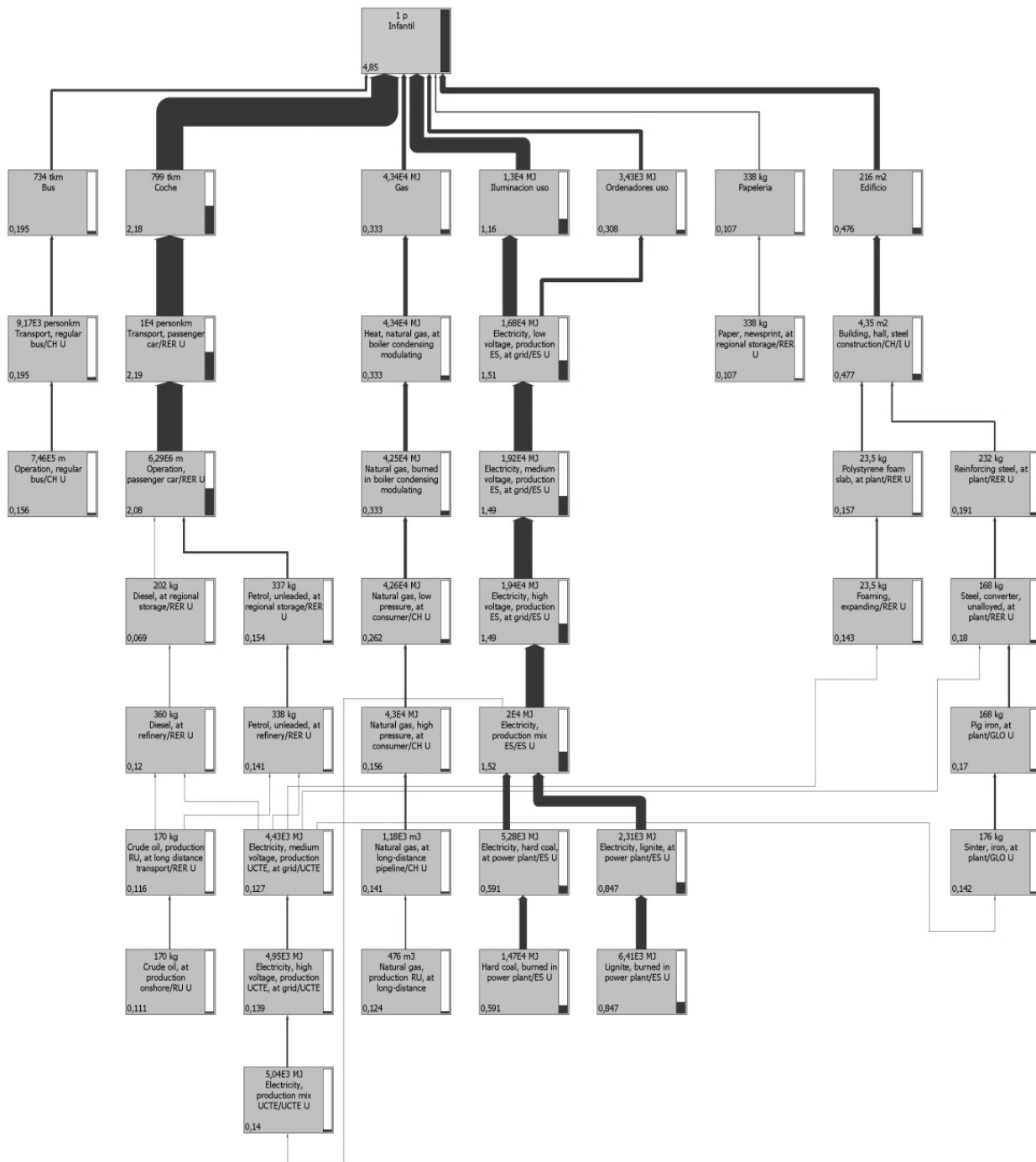
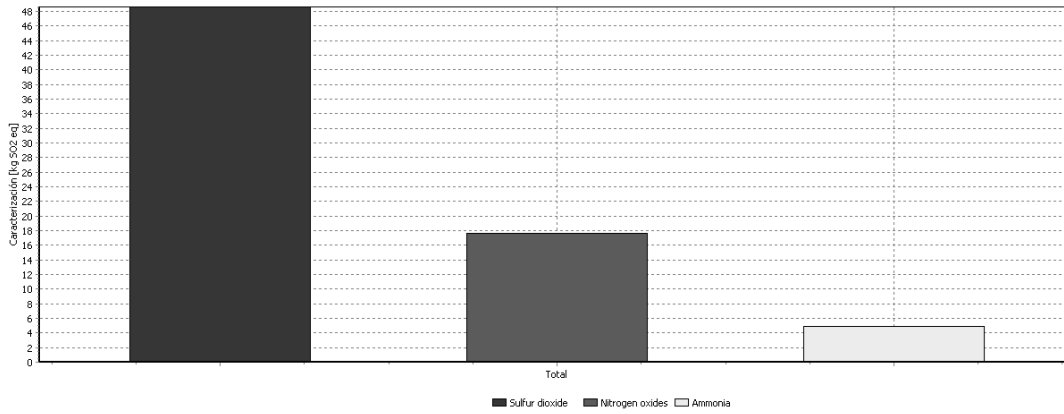


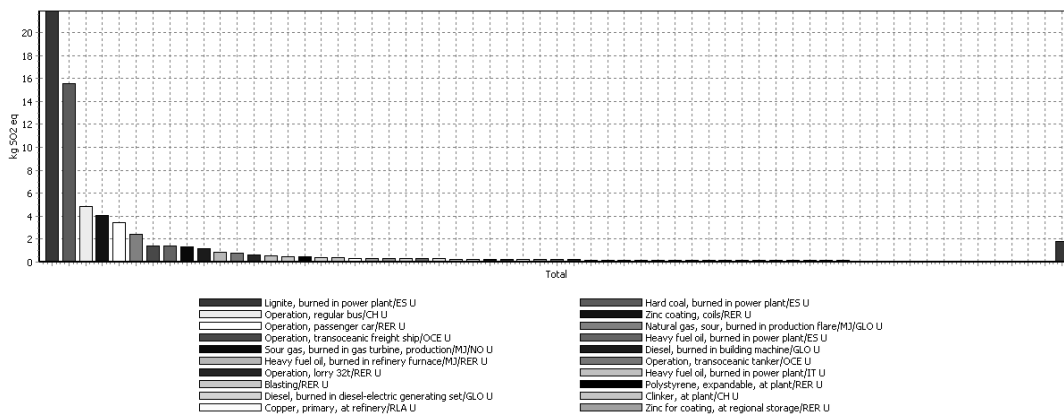
Figura 70 Árbol de la categoría de fotochemical oxidation en la etapa de Infantil .

2.1.9 ACIDIFICATION (KG SO2 EQ)



Analizando 1 p (Infantil); Método: CML 2 baseline 2000 V2.03 / World, 1995 / Caracterización

Figura 71 Emisiones de gases de acidification en la etapa de Infantil .



Analizando 1 p (Infantil); Método: CML 2 baseline 2000 V2.03 / World, 1995 / Caracterización

Figura 72 Contribución de procesos en acidification en la etapa de Infantil .

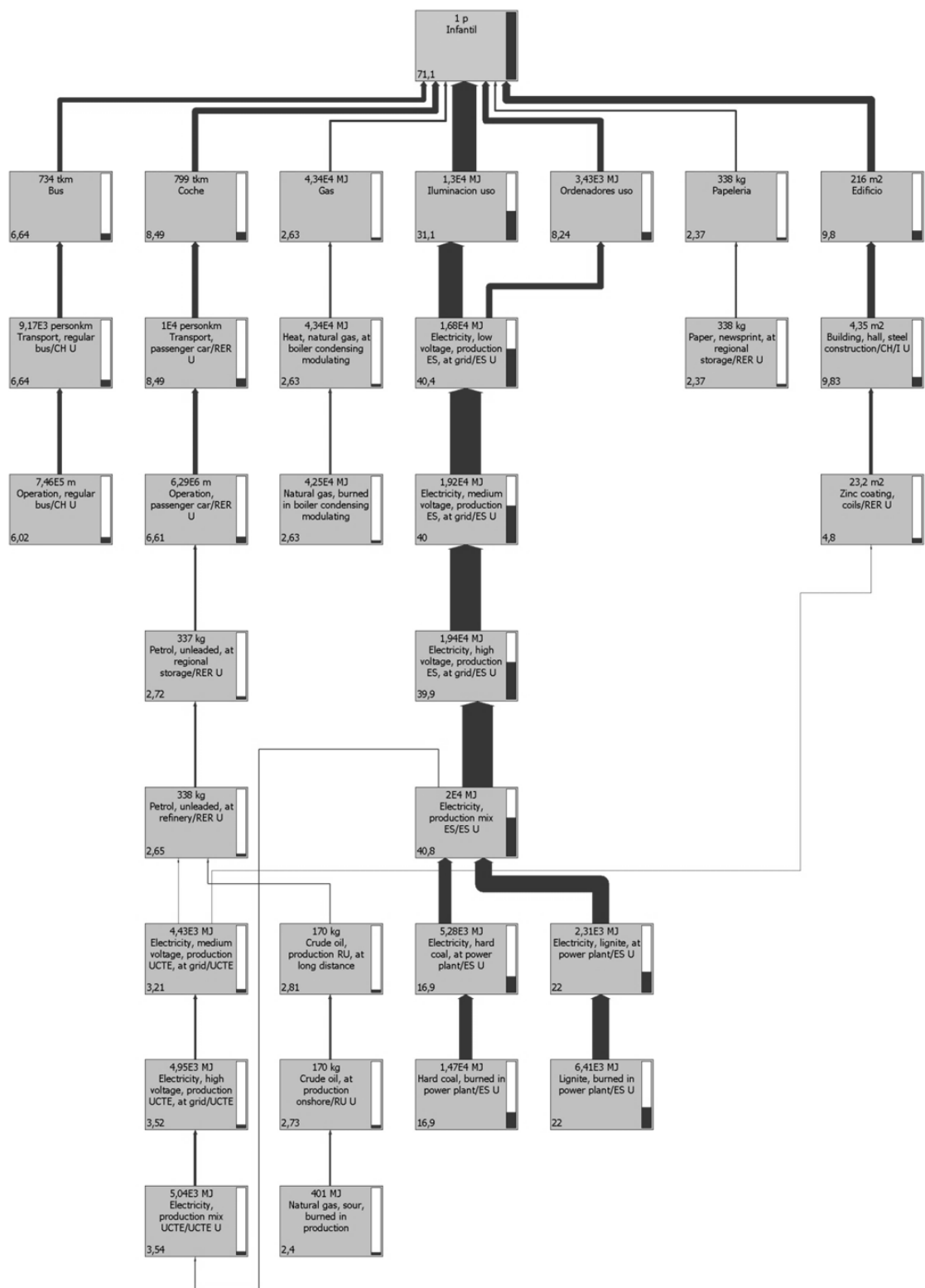


Figura 73 Árbol de la categoría de acidification en la etapa de Infantil .



2.1.10 EUTROPHICATION (KG PO4--- EQ)

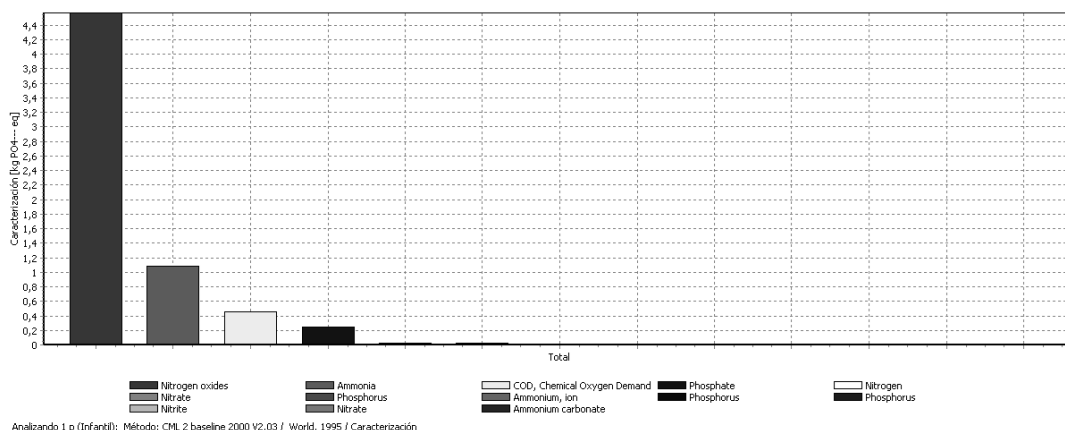


Figura 74 Emisiones de gases de eutrophication en la etapa de Infantil .

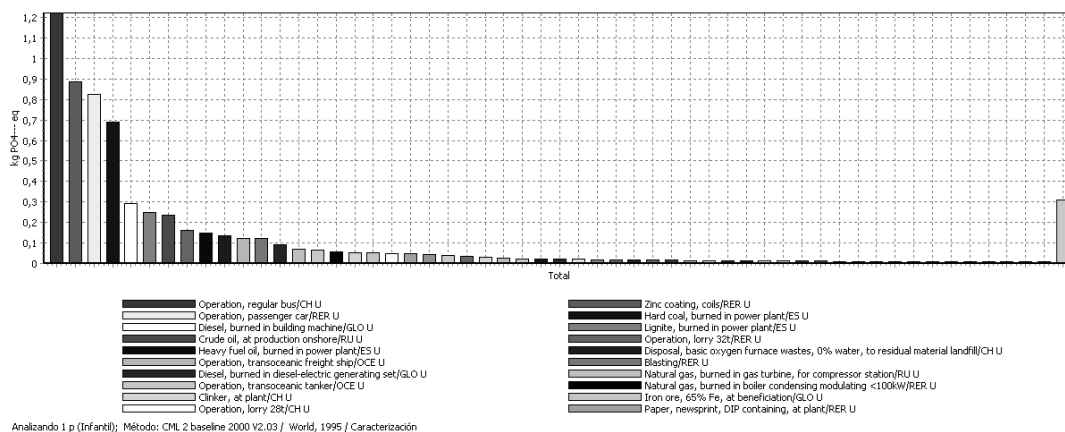


Figura 75 Contribución de procesos en eutrophication en la etapa de Infantil .

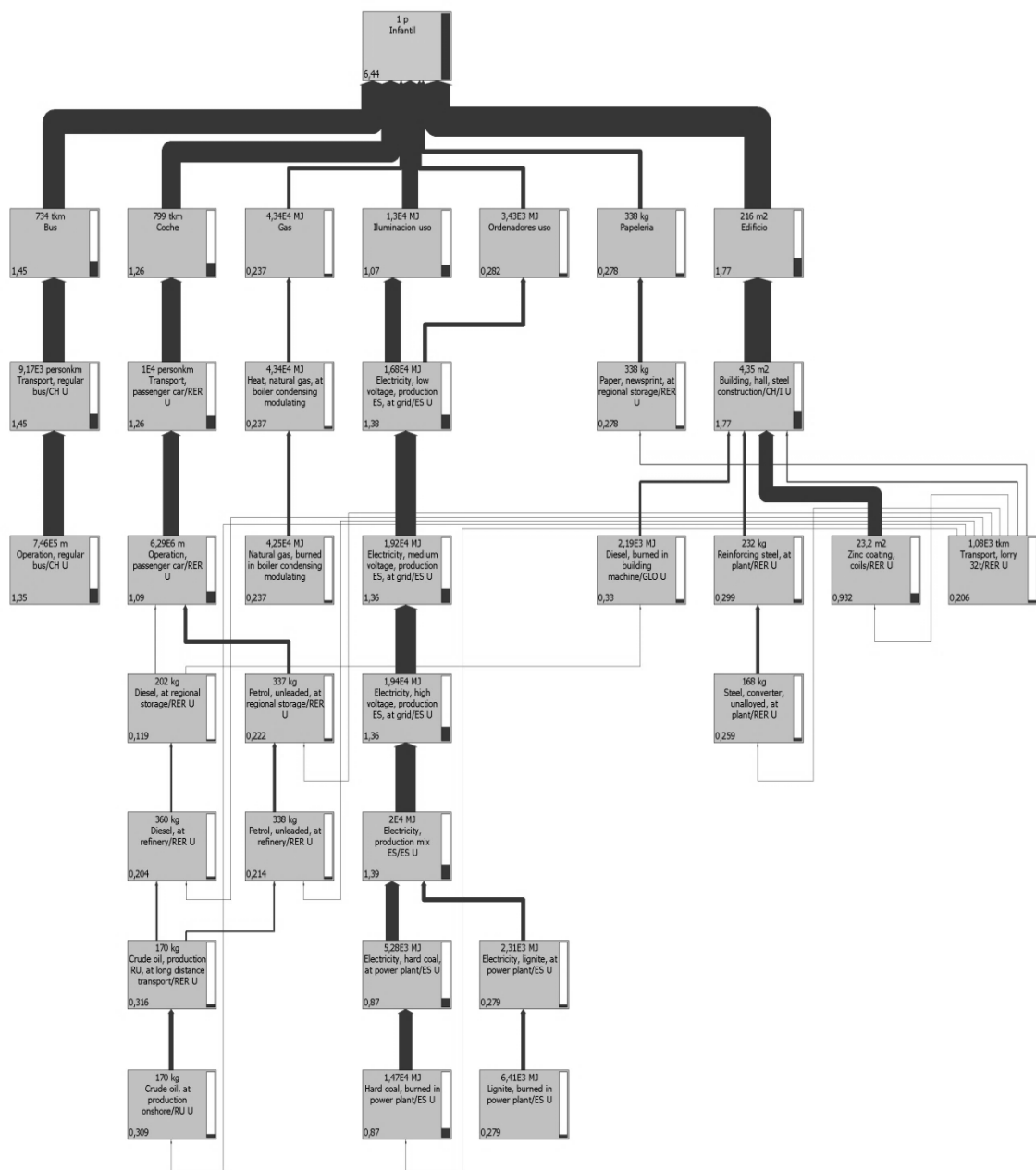


Figura 76 Árbol de la categoría de eutrophication en la etapa de Infantil .

## 2.2 PRIMARIA

Se estudiará la etapa de primaria con el inventario realizado. Para ello se analizan cada uno de los ítems del inventario para cada una de las categorías de impacto consideradas para este modelo base.

Tabla 65 Totales para las distintas categorías de impacto en la etapa de Primaria

Categoría de impacto	Unidad	Total
abiotic depletion	kg Sb eq	313,9238
global warming (GWP100)	kg CO <sub>2</sub> eq	43445,27
ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	0,004153
human toxicity	kg 1,4-DB eq	20575,77
fresh water aquatic ecotox.	kg 1,4-DB eq	3142,389
marine aquatic ecotoxicity	kg 1,4-DB eq	21134812
terrestrial ecotoxicity	kg 1,4-DB eq	266,1636
photochemical oxidation	kg C2H4	24,18756
acidification	kg SO2 eq	277,8951
eutrophication	kg PO4--- eq	25,06536

El estudio detallado para cada uno de los análisis de las categorías de impacto medioambiental se detalla en las siguientes páginas, donde se comentan los gráficos únicamente para el modelo de *Global Warming*, exponiendo el resto de información como información complementaria a este modelo para que sirva de referencia en futuras investigaciones para distintas comparativas entre categorías ambientales.

### 2.2.1 ABIOTIC DEPLETION (KG SB EQ)

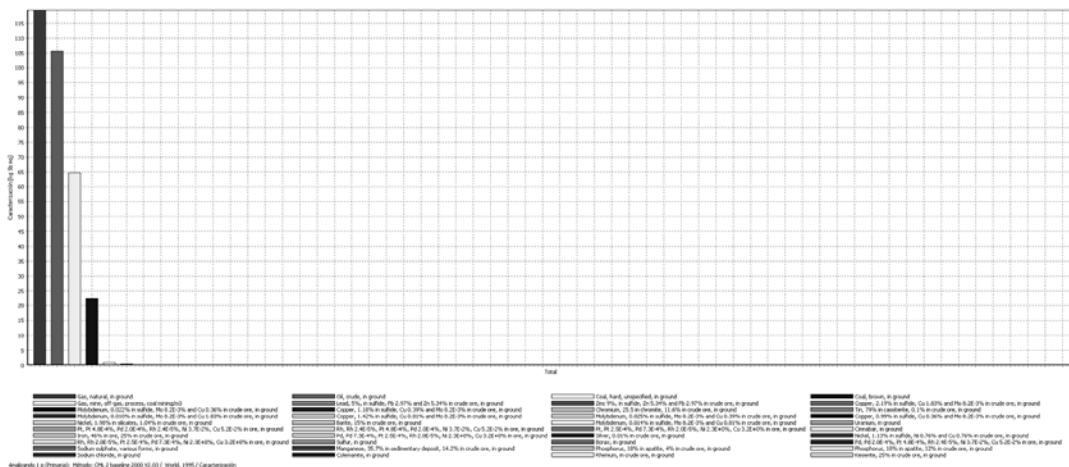


Figura 77 Emisiones de gases de abiotic depletion en la etapa de Primaria.

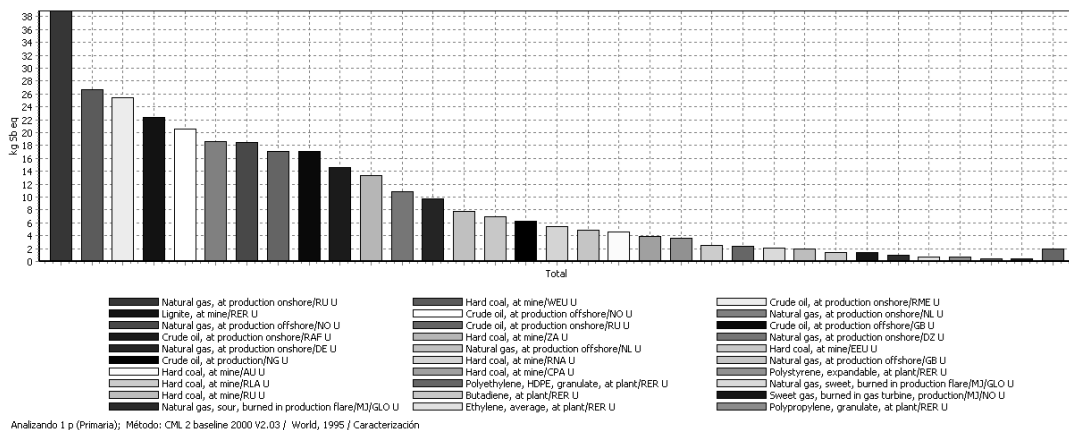


Figura 78 Contribución de procesos en abiotic depletion en la etapa de Primaria.

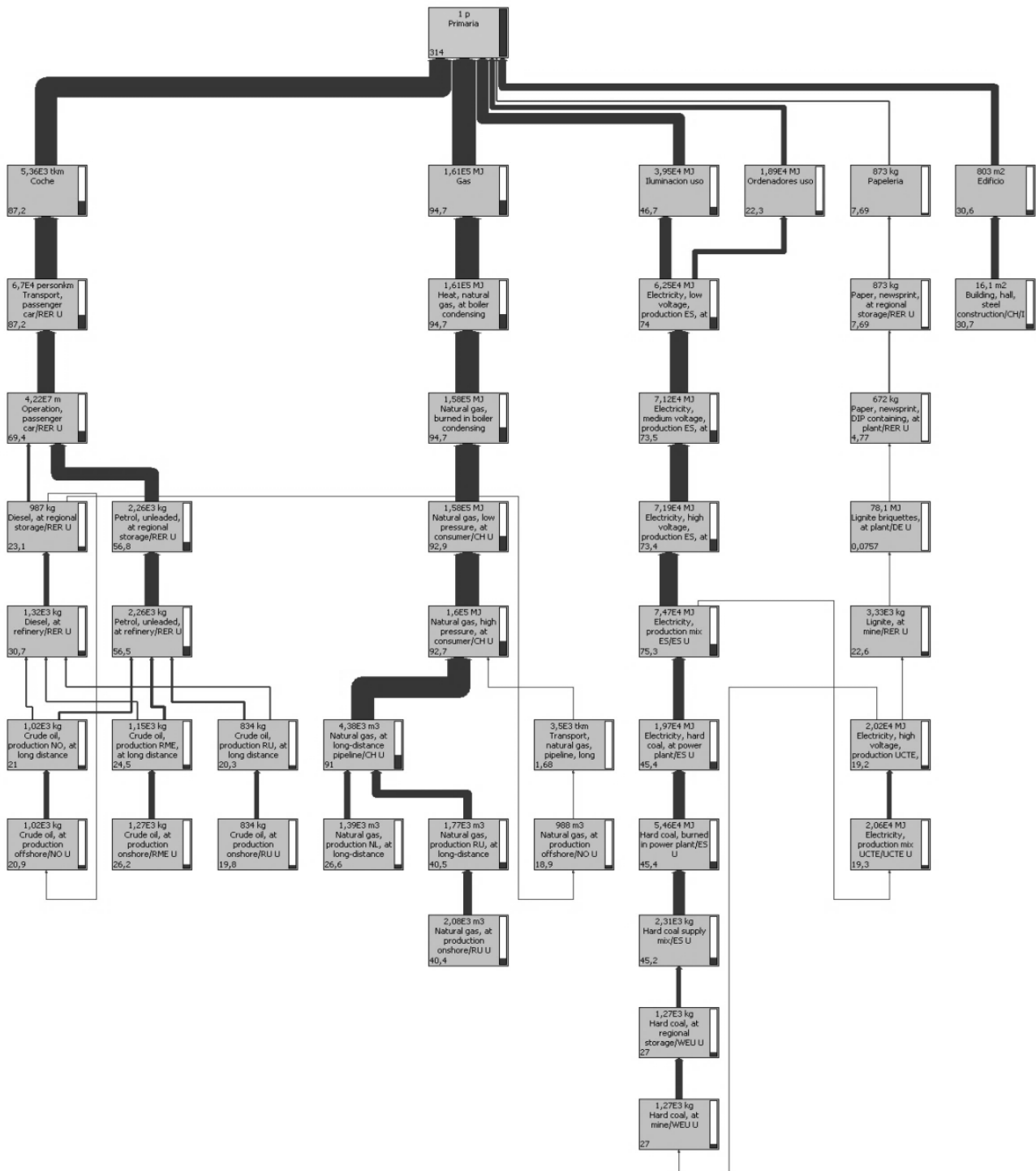


Figura 79 Árbol de la categoría de abiotic depletion en la etapa de Primaria.

2.2.2 GLOBAL WARMING (GWP100) EN KG CO<sub>2</sub> EQ

Y se observa que el gas emitido más contributivo al impacto en este caso es el CO<sub>2</sub> como se muestra en la siguiente Figura 80.

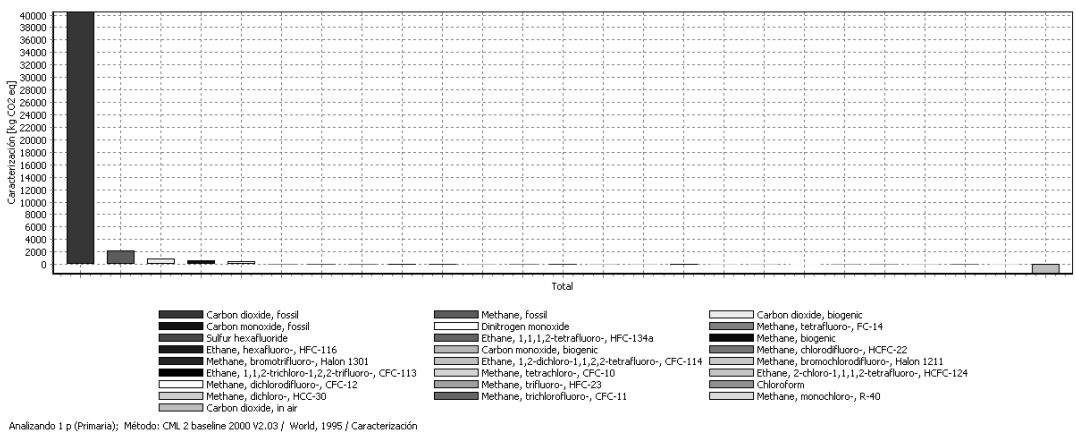


Figura 80 Emisiones de gases de global warming (GWP100) en la etapa de Primaria.

Considerando el impacto de emisiones de CO<sub>2</sub> emitidas a la atmosfera, y evaluando el ICV con el valor de carbono equivalente, se destacan tres factores sobre el resto en función del proceso productivo de los ítems considerados, como se observa en la siguiente Figura 51Figura 81.

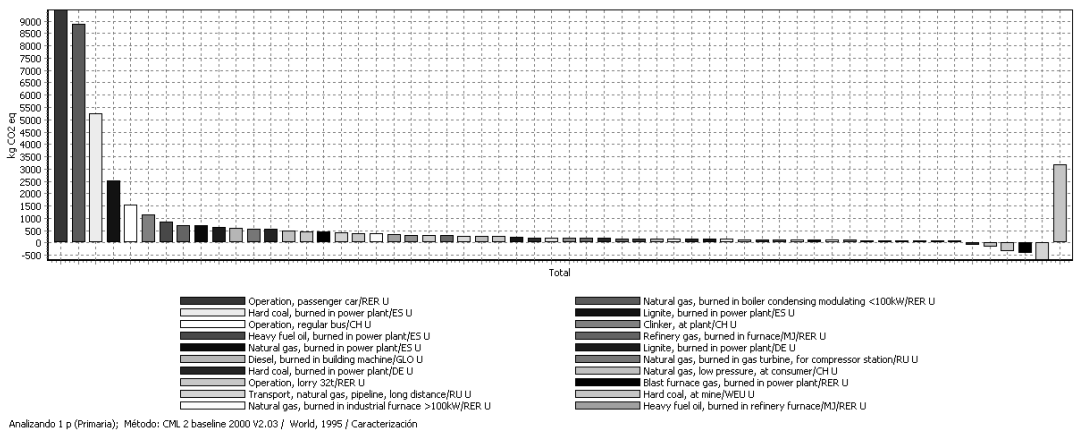


Figura 81 Contribución de procesos en global warming (GWP100) en la etapa de Primaria.

En la etapa educativa de primaria es la más numerosa y la jornada lectiva esta en horario partido. No tienen consumo de talleres y su desplazamiento conlleva el transporte de ligeras personas. El espacio que ocupan no es excesivo, puesto que así lo demuestran los metros cuadrados necesarios para esta etapa, y de

esta misma forma el consumo energético. Los alumnos de esta etapa son dependientes en cuanto a desplazamientos se refiere, y suelen venir acompañados, disminuyendo el acompañamiento en las etapas superiores de primaria.

Los resultados de impacto según las distintas contribuciones del ICV se muestran en la siguiente Figura 82.

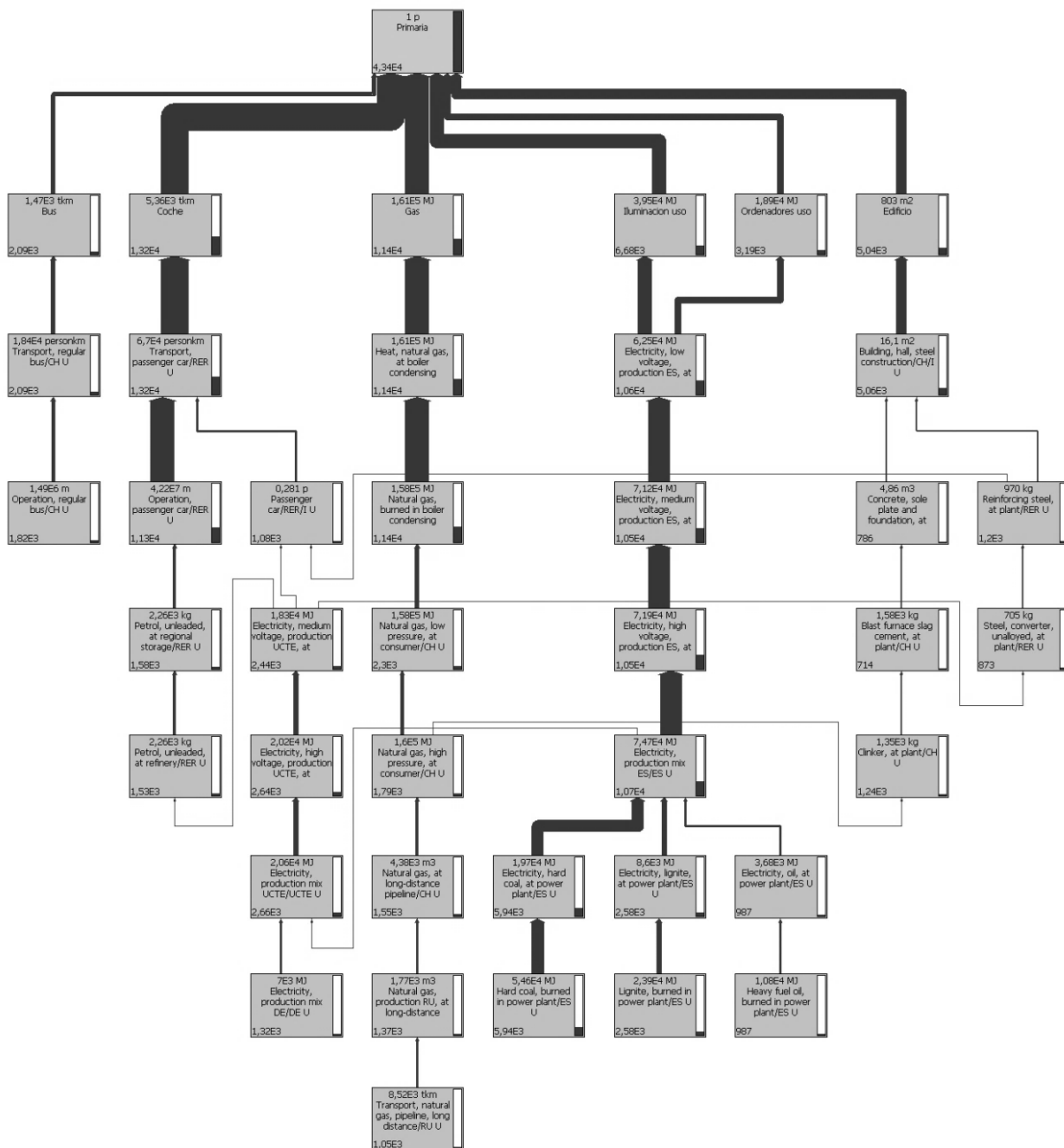


Figura 82 Árbol de la categoría de global warming (GWP100) en la etapa de Primaria.

2.2.3 OZONE LAYER DEPLETION (ODP) EN KG CFC-11 EQ

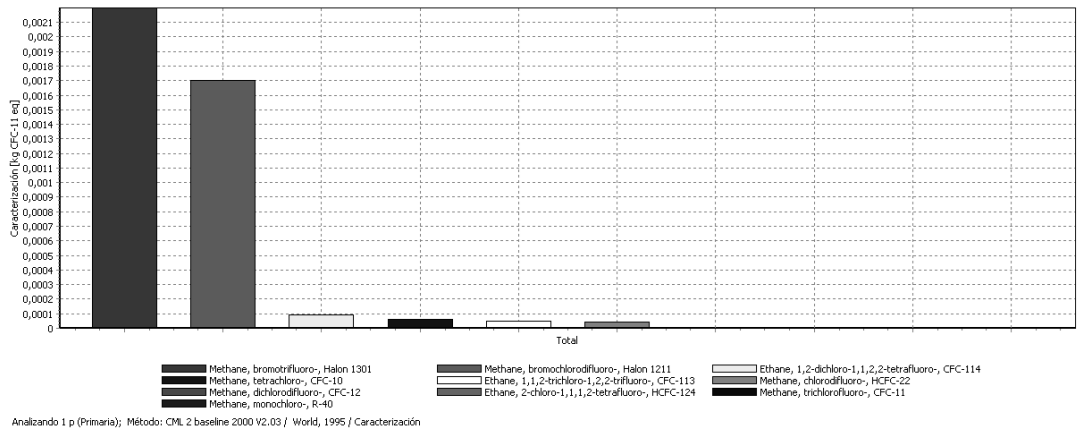


Figura 83 Emisiones de gases de ozone layer depletion en la etapa de Primaria.

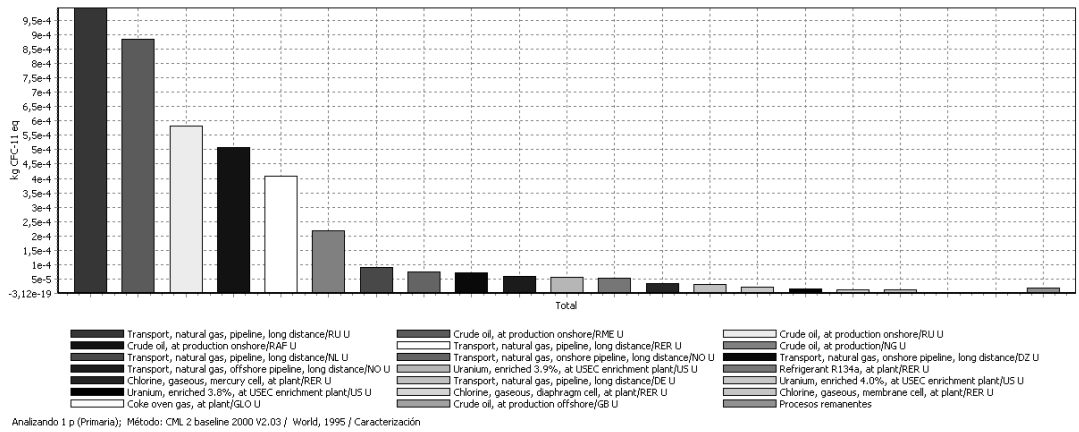


Figura 84 Contribución de procesos en ozone layer depletion en la etapa de Primaria.



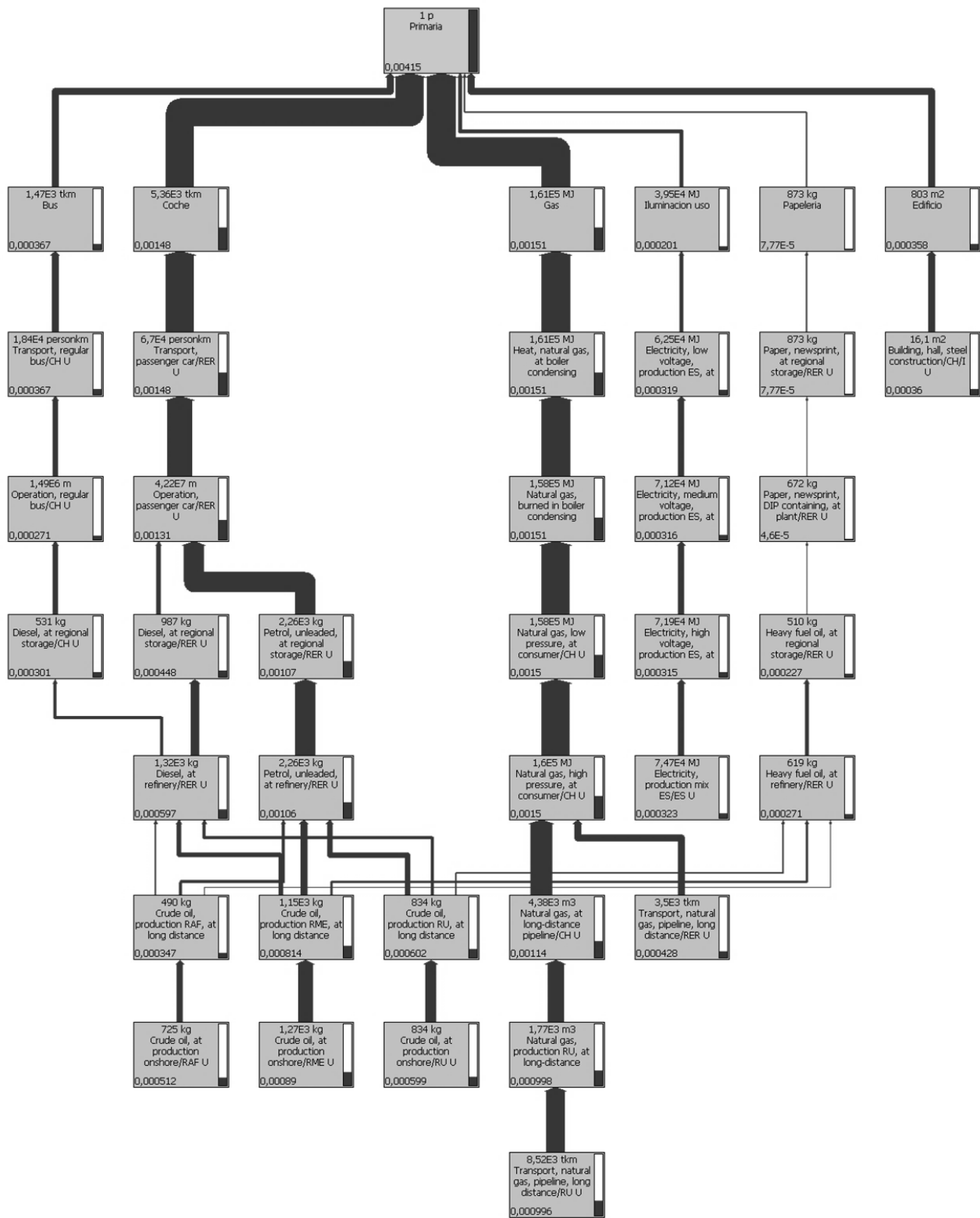


Figura 85 Árbol de la categoría de ozono layer depletion en la etapa de Primaria.

2.2.4 HUMAN TOXICITY EN KG 1,4-DB EQ

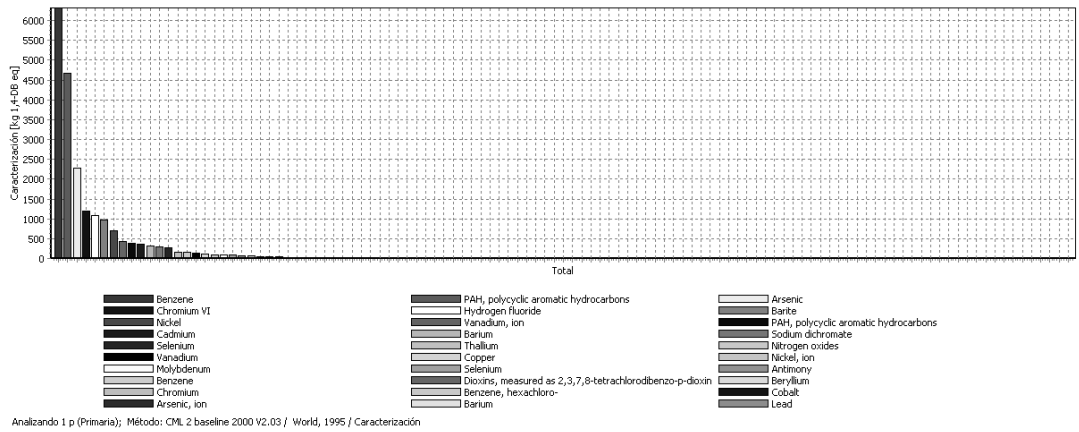


Figura 86 Emisiones de gases de human toxicity en la etapa de Primaria.

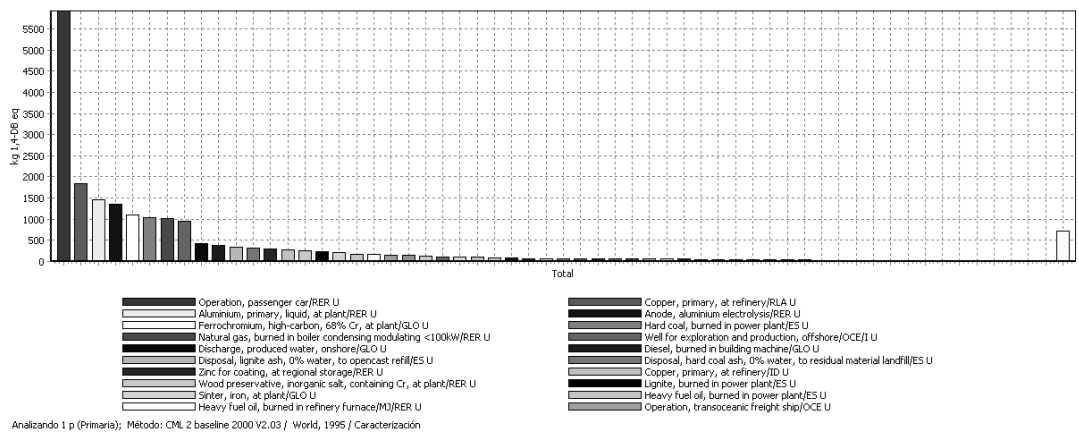


Figura 87 Contribución de procesos en human toxicity en la etapa de Primaria.

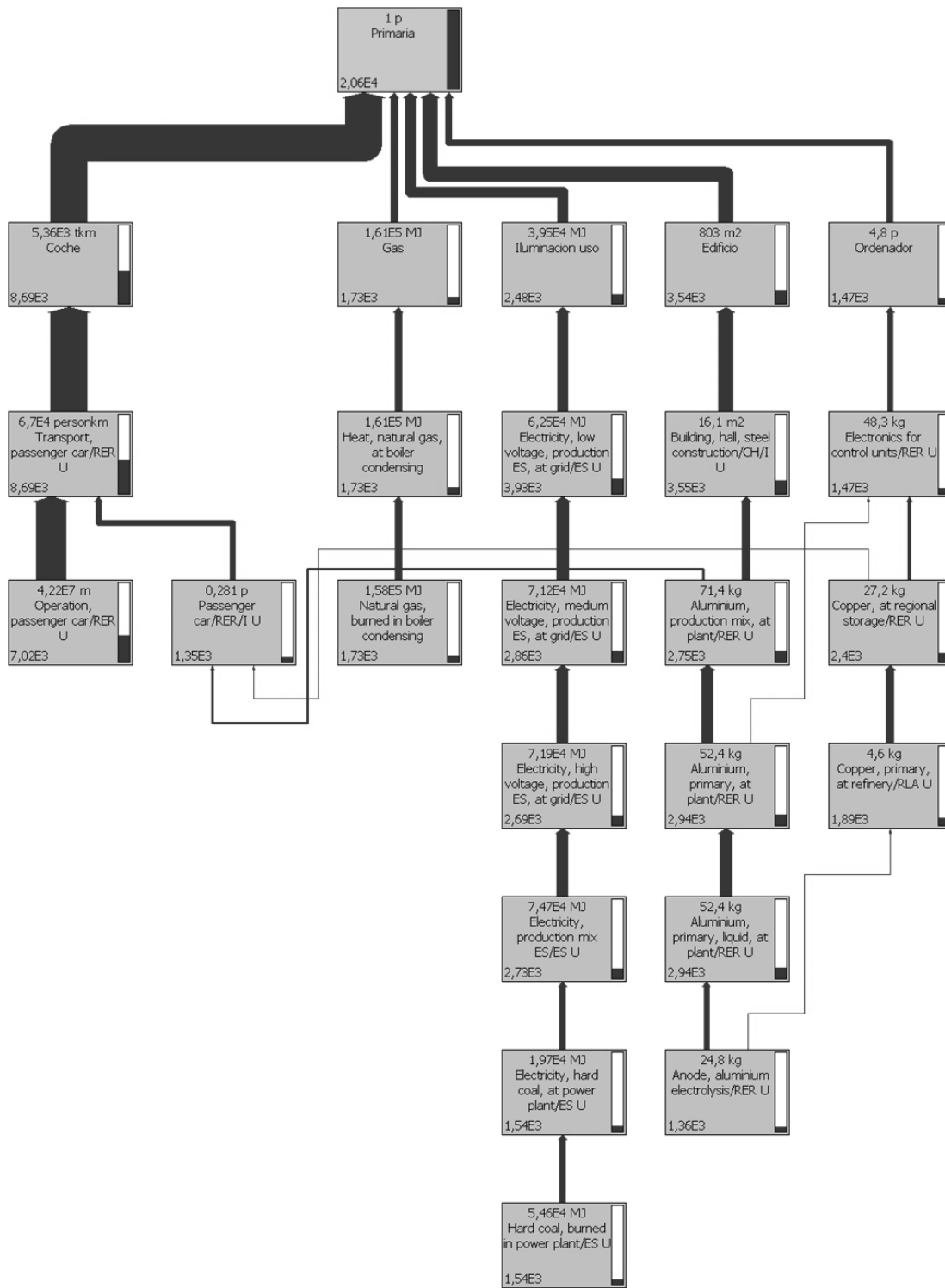


Figura 88 Árbol de la categoría de human toxicity en la etapa de Primaria.

2.2.5 FRESH WATER AQUATIC ECOTOX. EN KG 1,4-DB EQ

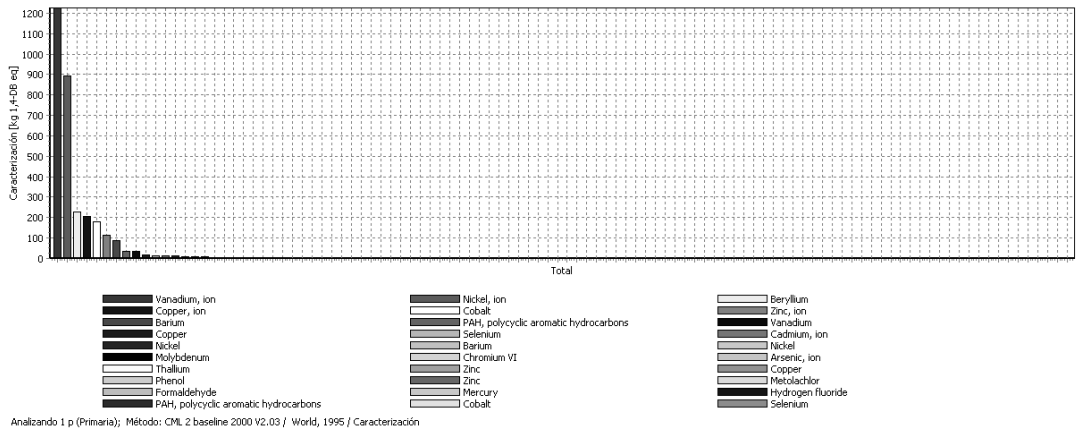


Figura 89 Emisiones de gases de fresh water aquatic ecotox en la etapa de Primaria.

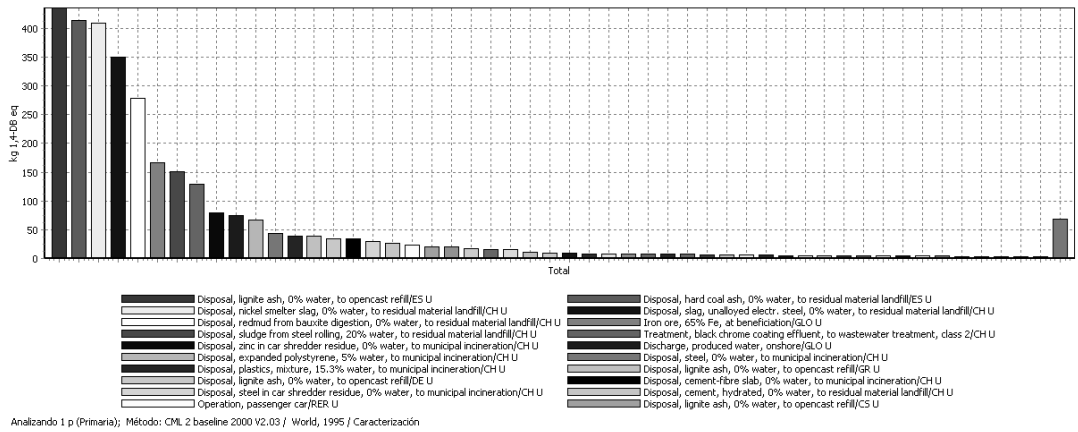


Figura 90 Contribución de procesos en fresh water aquatic ecotox en la etapa de Primaria.

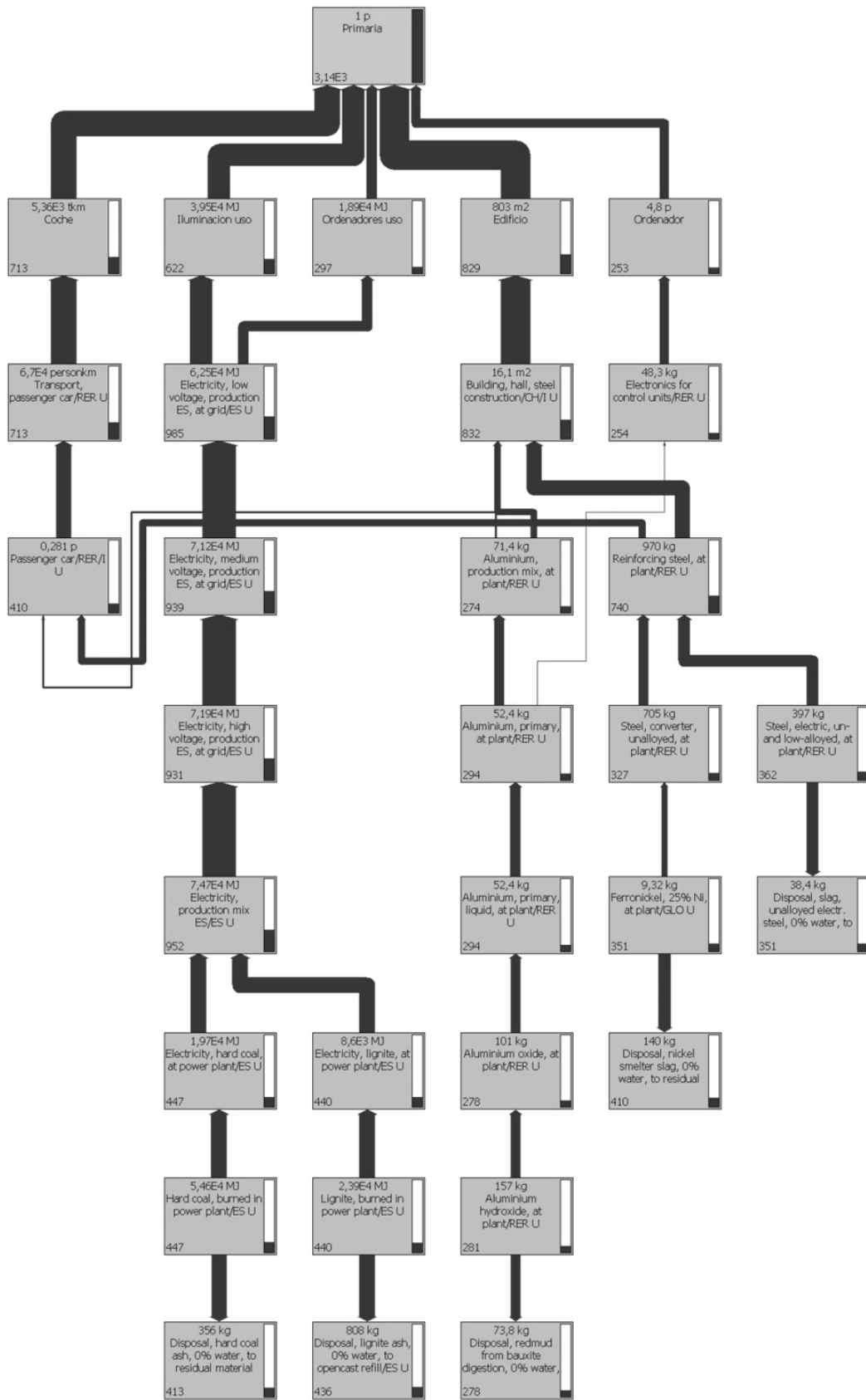


Figura 91 Árbol de la categoría de fresh water aquatic ecotox en la etapa de Primaria.

2.2.6 MARINE AQUATIC ECOTOXICITY (KG 1,4-DB EQ)

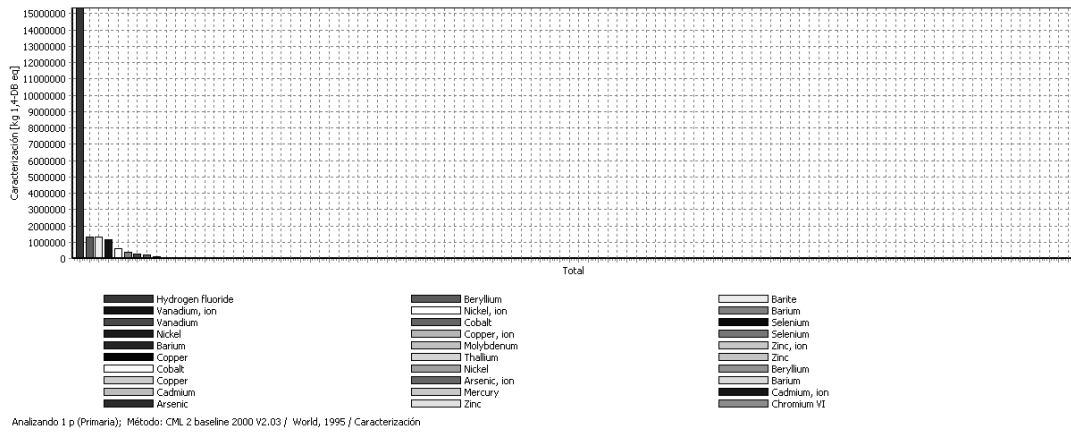


Figura 92 Emisiones de gases de marine aquatic ecotoxicity en la etapa de Primaria.

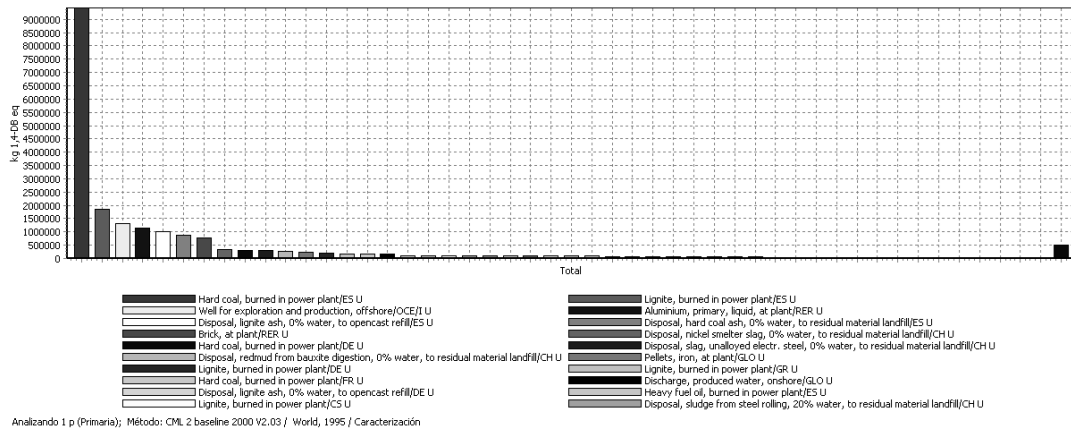


Figura 93 Contribución de procesos en marine aquatic ecotoxicity en la etapa de Primaria.

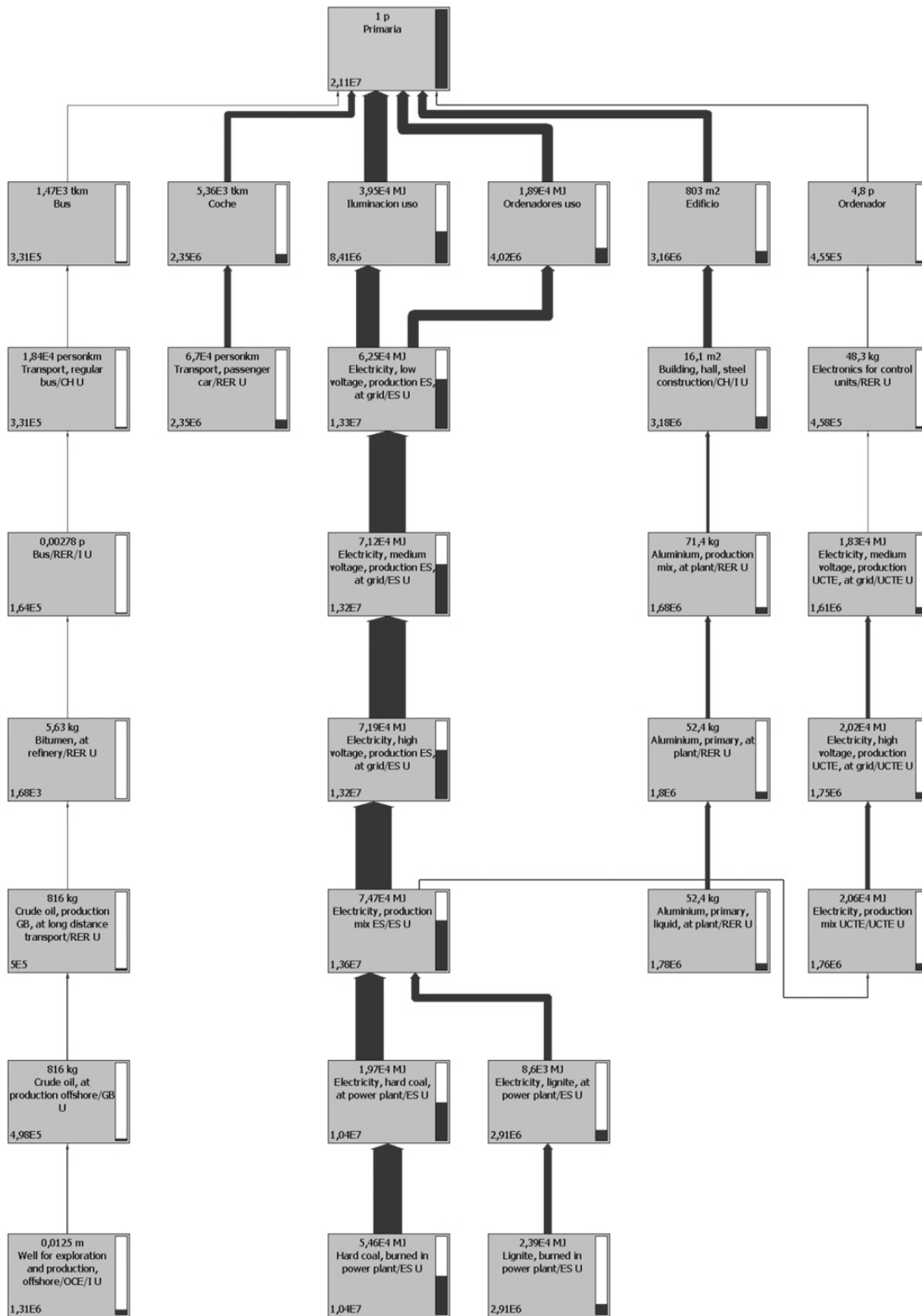


Figura 94 Árbol de la categoría de marine aquatic ecotoxicity en la etapa de Primaria.

2.2.7 TERRESTRIAL ECOTOXICITY (KG 1,4-DB EQ)

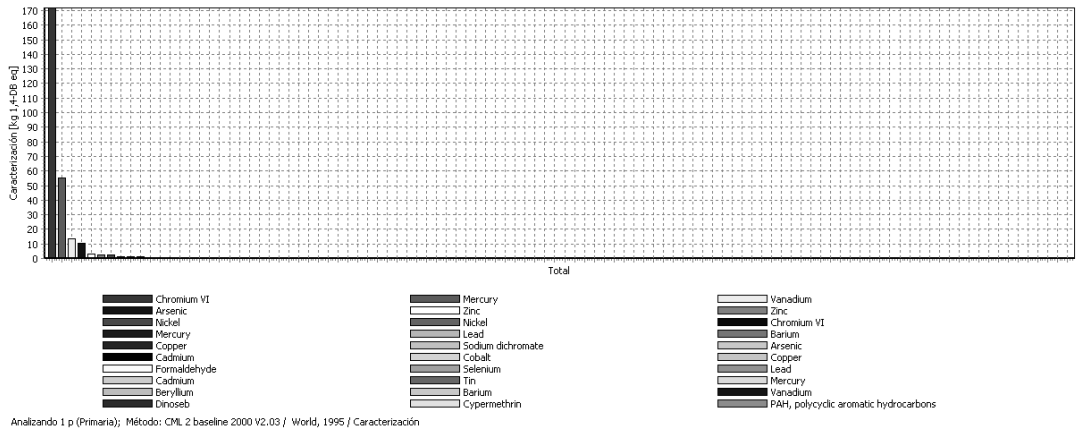


Figura 95 Emisiones de gases de terrestre ecotoxicity en la etapa de Primaria.

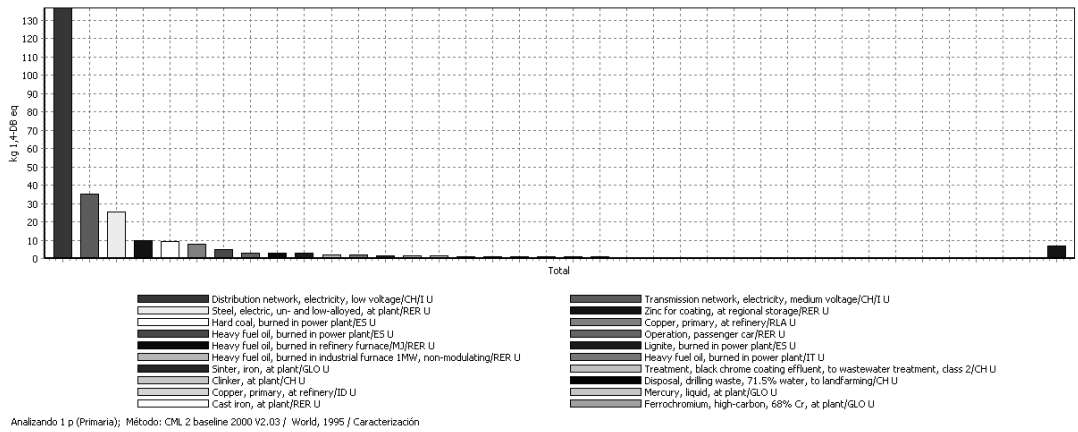


Figura 96 Contribución de procesos en terrestre ecotoxicity en la etapa de Primaria.



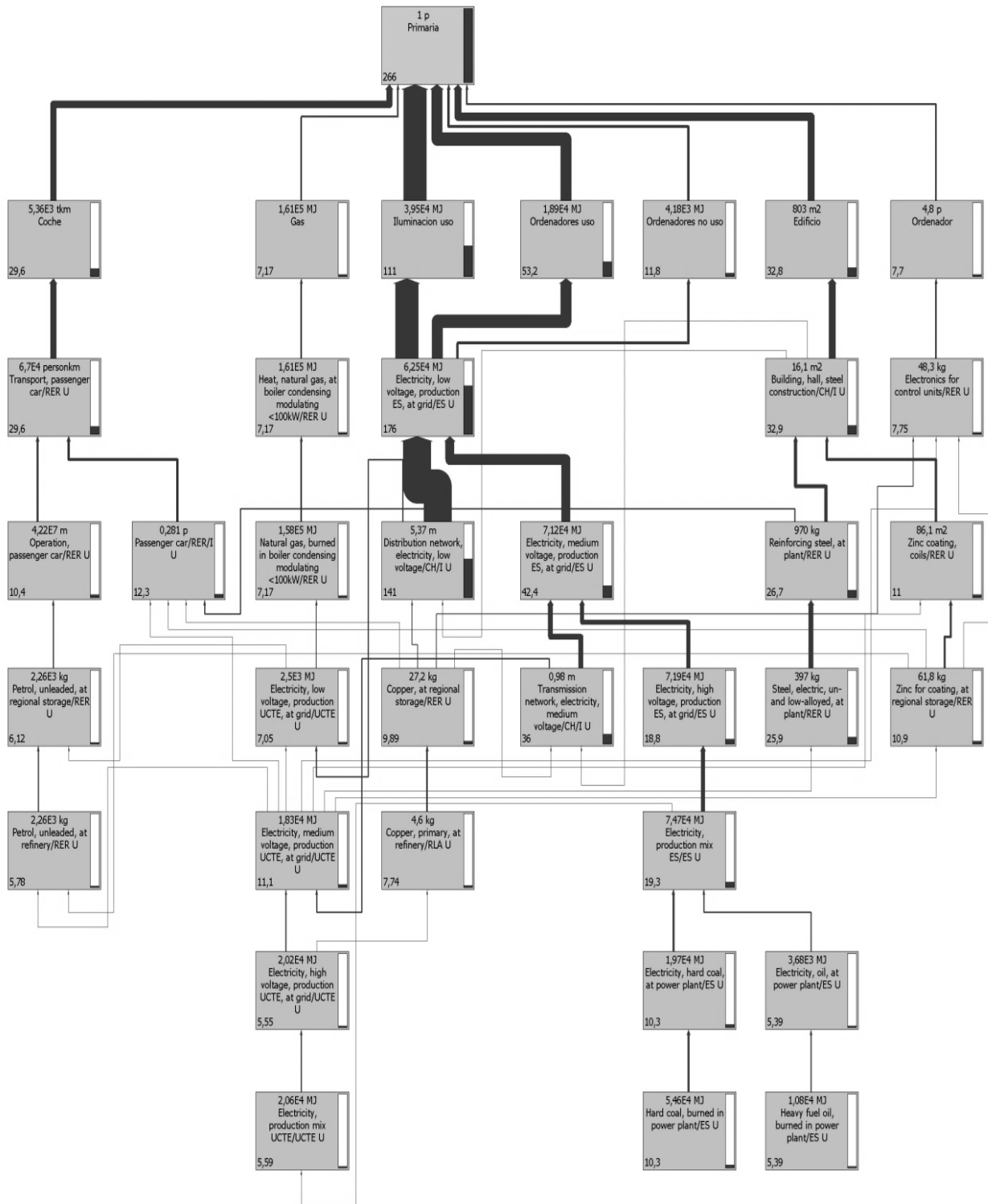


Figura 97 Árbol de la categoría de terrestre ecotoxicity en la etapa de Primaria.

2.2.8 PHOTOCHEMICAL OXIDATION (KG C2H4)

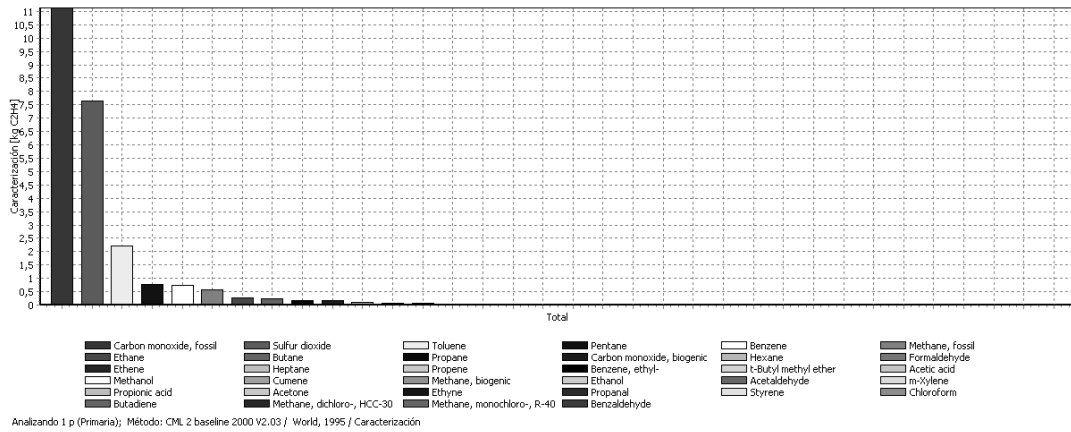


Figura 98 Emisiones de gases de photochemical oxidation en la etapa de Primaria.

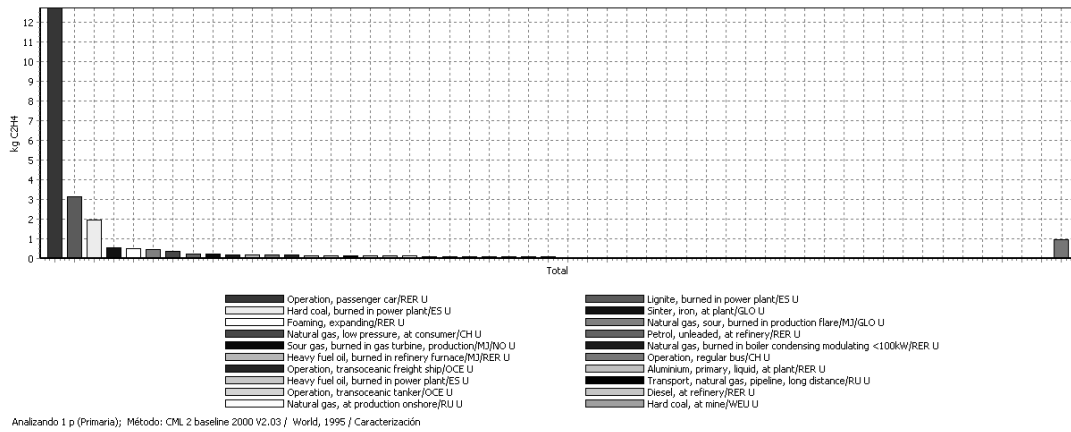


Figura 99 Contribución de procesos en photochemical oxidation en la etapa de Primaria.

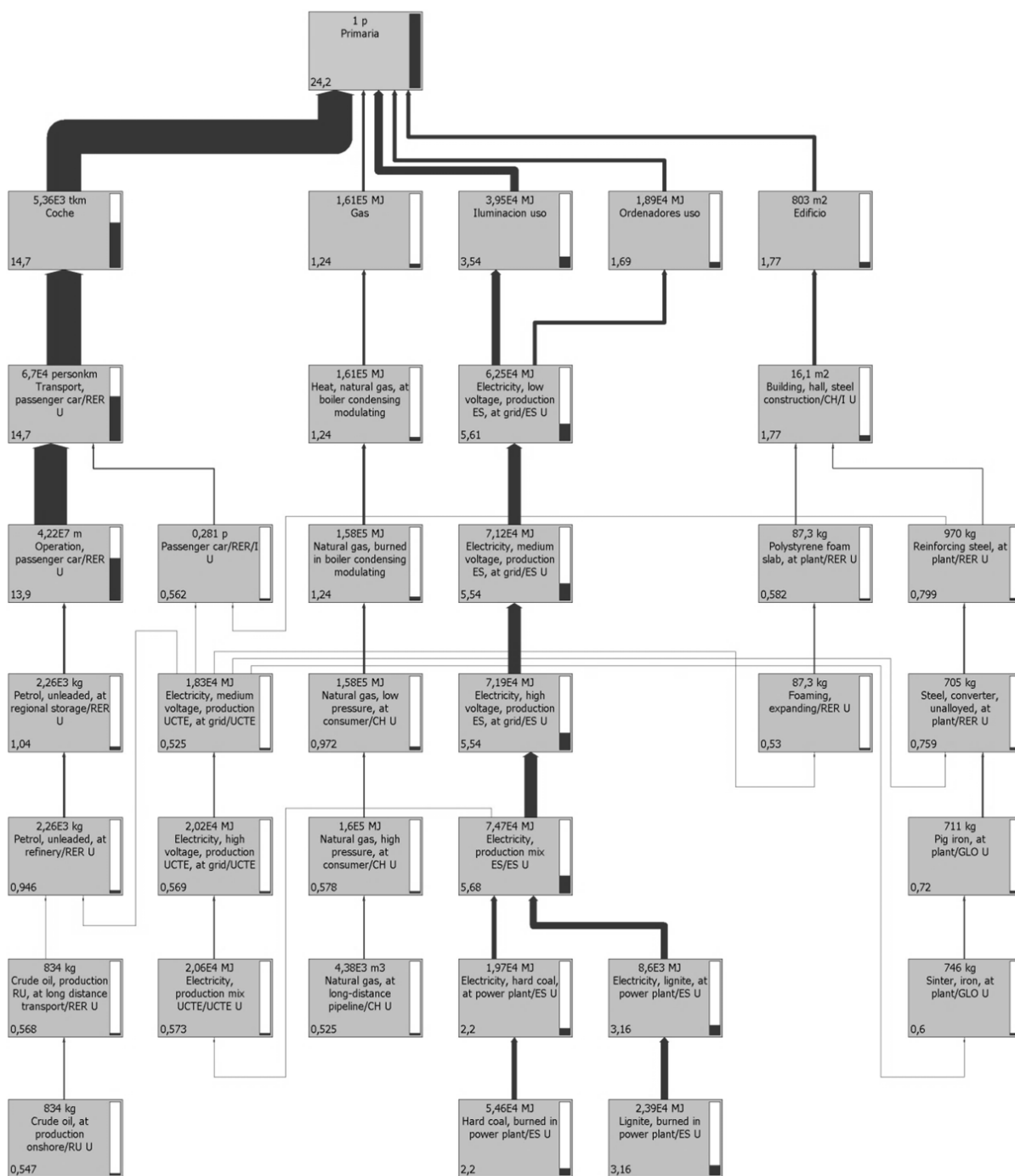


Figura 100 Árbol de la categoría de photochemical oxidation en la etapa de Primaria.

2.2.9 ACIDIFICATION (KG SO2 EQ)

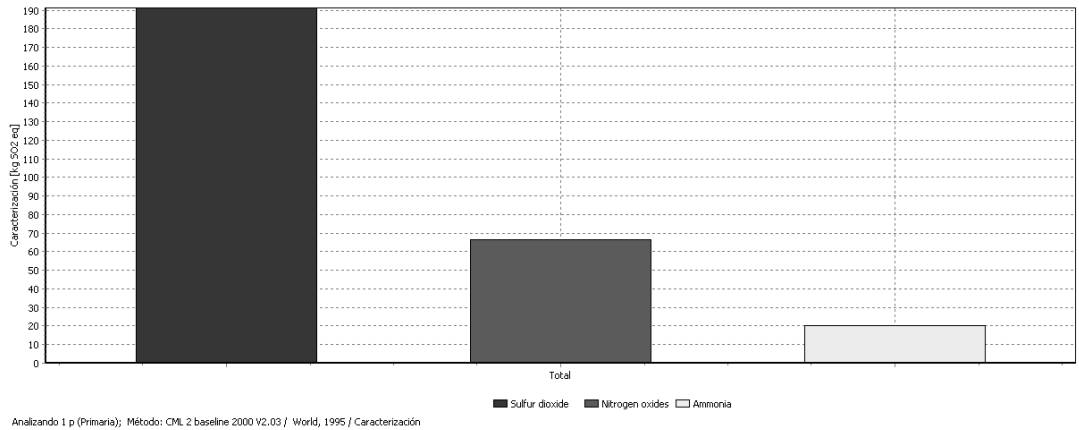


Figura 101 Emisiones de gases de acidification en la etapa de Primaria.

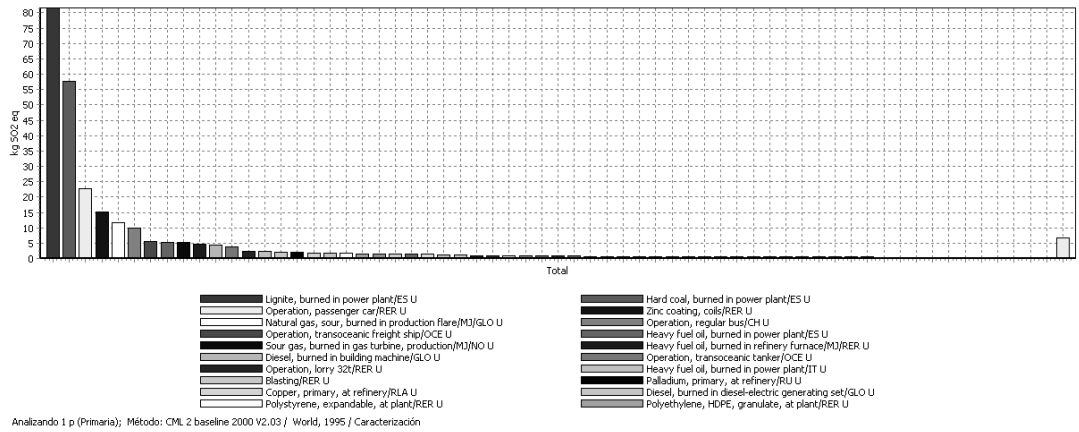


Figura 102 Contribución de procesos en acidification en la etapa de Primaria.



Figura 103 Árbol de la categoría de acidification en la etapa de Primaria.

2.2.10 EUTROPHICATION (KG PO4--- EQ)

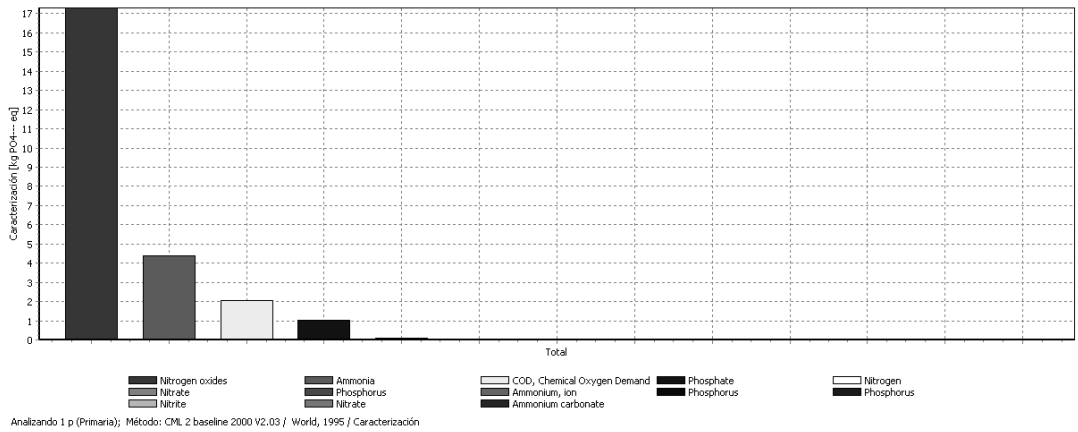


Figura 104 Emisiones de gases de eutrophication en la etapa de Primaria.

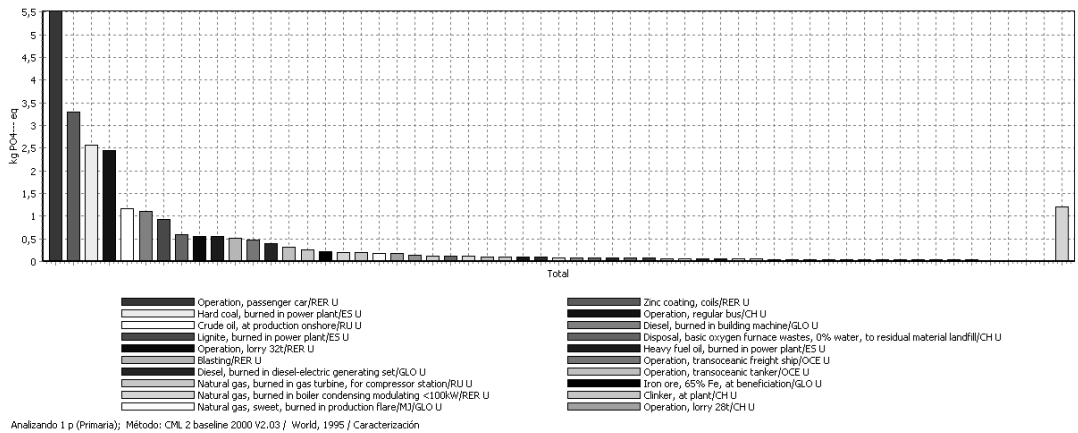


Figura 105 Contribución de procesos en eutrophication en la etapa de Primaria.

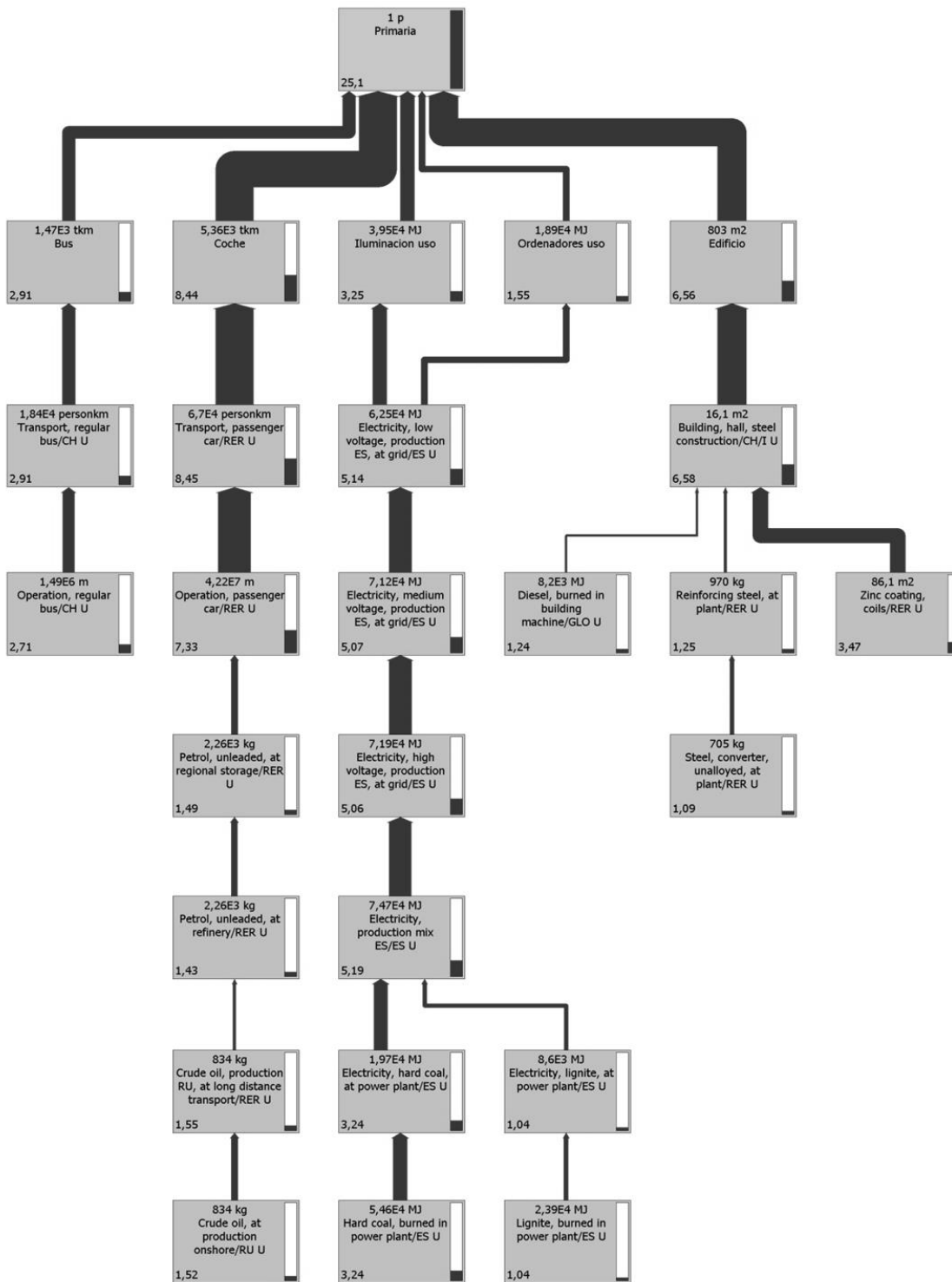


Figura 106 Árbol de la categoría de eutrophication en la etapa de Primaria.

### 2.3 SECUNDARIA

Se estudiará la etapa de secundaria con el inventario realizado. Para ello se analizan cada uno de los ítems del inventario para cada una de las categorías de impacto consideradas para este modelo base.

Tabla 66 Totales para las distintas categorías de impacto en la etapa de Secundaria

Categoría de impacto	Unidad	Total
abiotic depletion	kg Sb eq	317,8479
global warming (GWP100)	kg CO <sub>2</sub> eq	44588,07
ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	0,004361
human toxicity	kg 1,4-DB eq	20834,12
fresh water aquatic ecotox.	kg 1,4-DB eq	3110,309
marine aquatic ecotoxicity	kg 1,4-DB eq	21247493
terrestrial ecotoxicity	kg 1,4-DB eq	269,6618
photochemical oxidation	kg C2H4	24,76201
acidification	kg SO2 eq	288,7484
eutrophication	kg PO4--- eq	27,13807

El estudio detallado para cada uno de los análisis de las categorías de impacto medioambiental se detalla en las siguientes páginas, donde se comentan los gráficos únicamente para el modelo de *Global Warming*, exponiendo el resto de información como información complementaria a este modelo para que sirva de referencia en futuras investigaciones para distintas comparativas entre categorías ambientales.

#### 2.3.1 ABIOTIC DEPLETION (KG SB EQ)

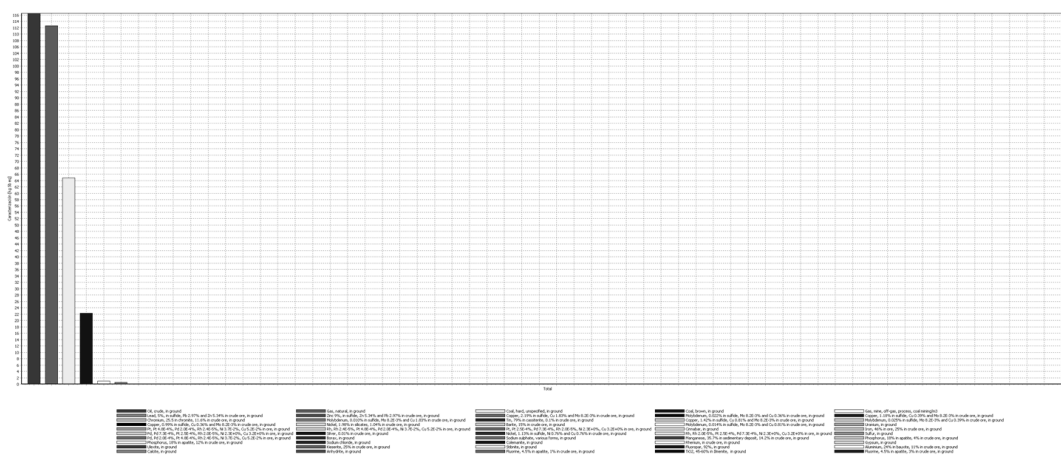


Figura 107 Emisiones de gases de abiotic depletion en la etapa de Secundaria.



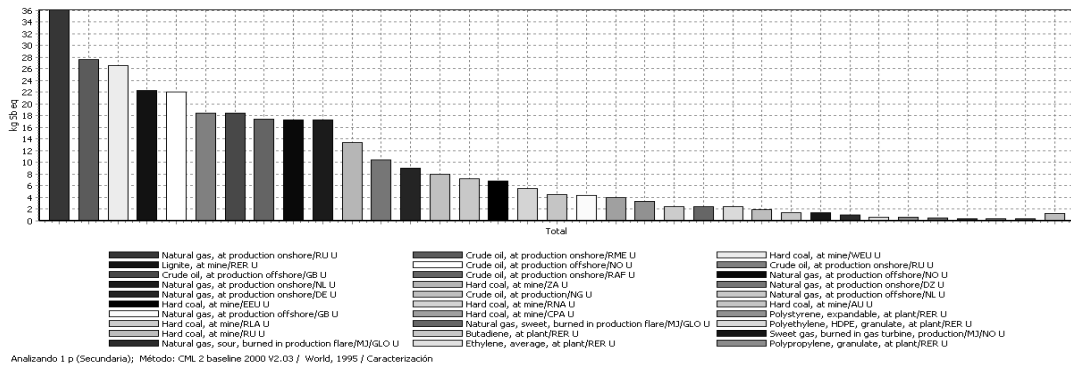


Figura 108 Contribución de procesos en abiotic depletion en la etapa de Secundaria.

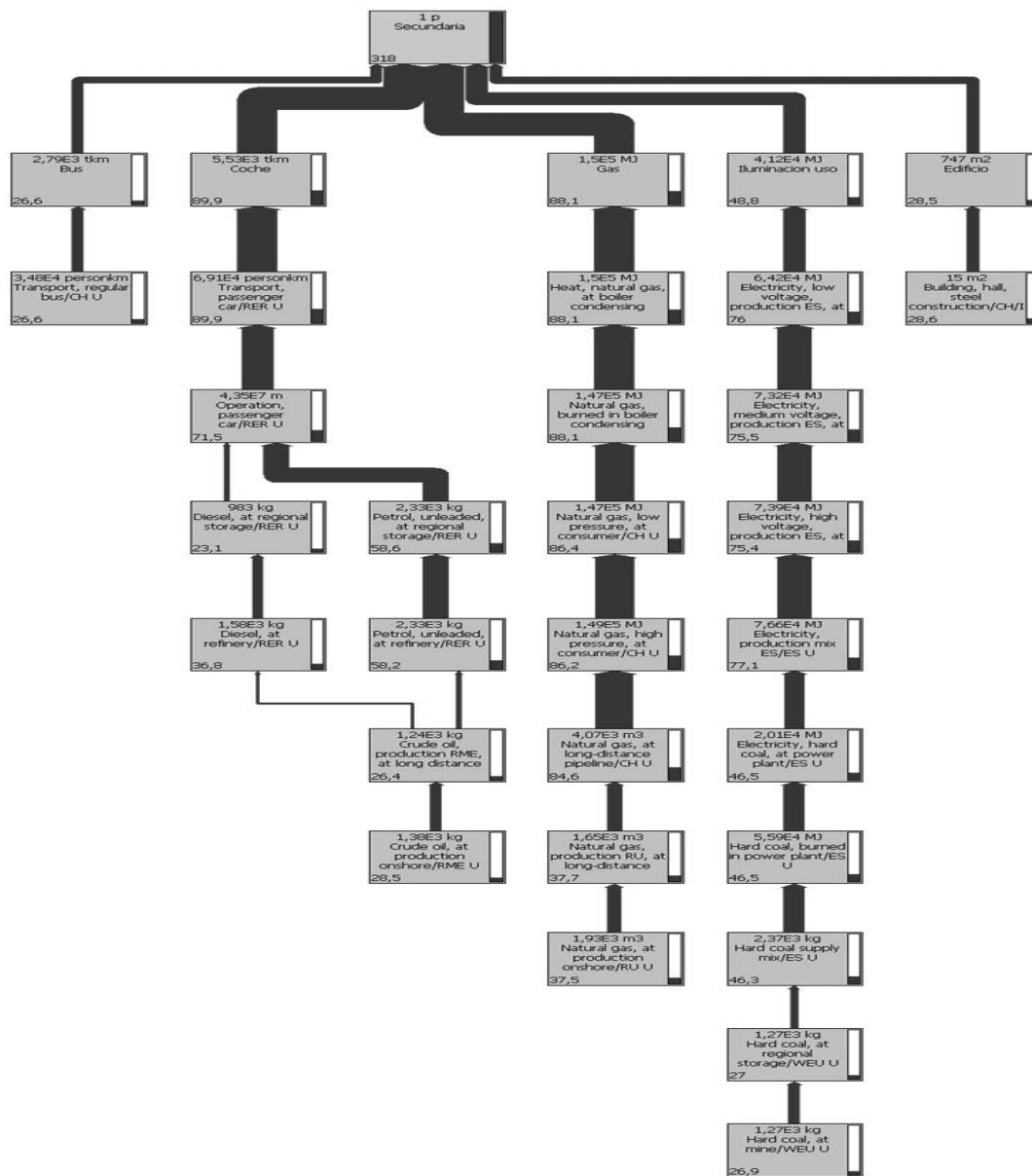


Figura 109 Árbol de la categoría de abiotic depletion en la etapa de Secundaria.

2.3.2 GLOBAL WARMING (GWP100) EN KG CO<sub>2</sub> EQ

Y se observa que el gas emitido más contributivo al impacto en este caso es el CO<sub>2</sub> como se muestra en la siguiente Figura 110.

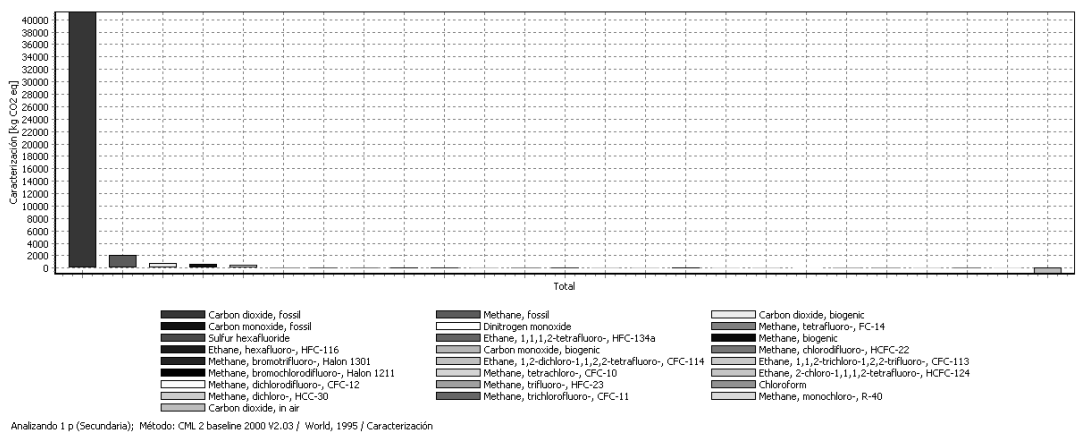


Figura 110 Emisiones de gases de global warming (GWP100) en la etapa de Secundaria.

Considerando el impacto de emisiones de CO<sub>2</sub> emitidas a la atmosfera, y evaluando el ICV con el valor de carbono equivalente, se destacan tres factores sobre el resto en función del proceso productivo de los ítems considerados, como se observa en la siguiente Figura 51Figura 111.

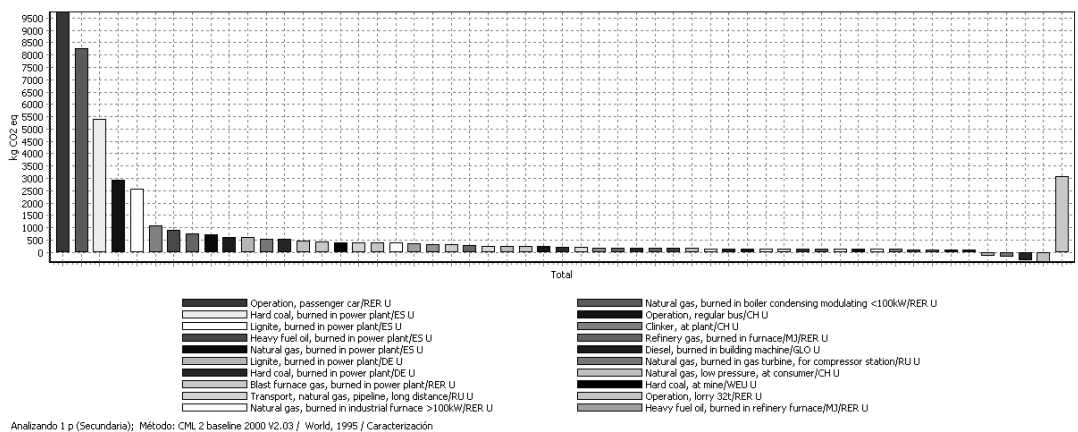


Figura 111 Contribución de procesos en global warming (GWP100) en la etapa de Secundaria.

En la etapa educativa de secundaria se caracteriza por muchas asignaturas optativas y cambios de clase, así como por una jornada lectiva continua. Tienen algo de consumo de talleres y sus autonomías de desplazamiento son ligeramente superiores, y utilizan transporte público individualmente. El espacio

de aulas aumenta, puesto que así lo demuestran los metros cuadrados necesarios para esta etapa, y de esta misma forma el consumo energético.

Los resultados de impacto según las distintas contribuciones del ICV se muestran en la siguiente Figura 112.

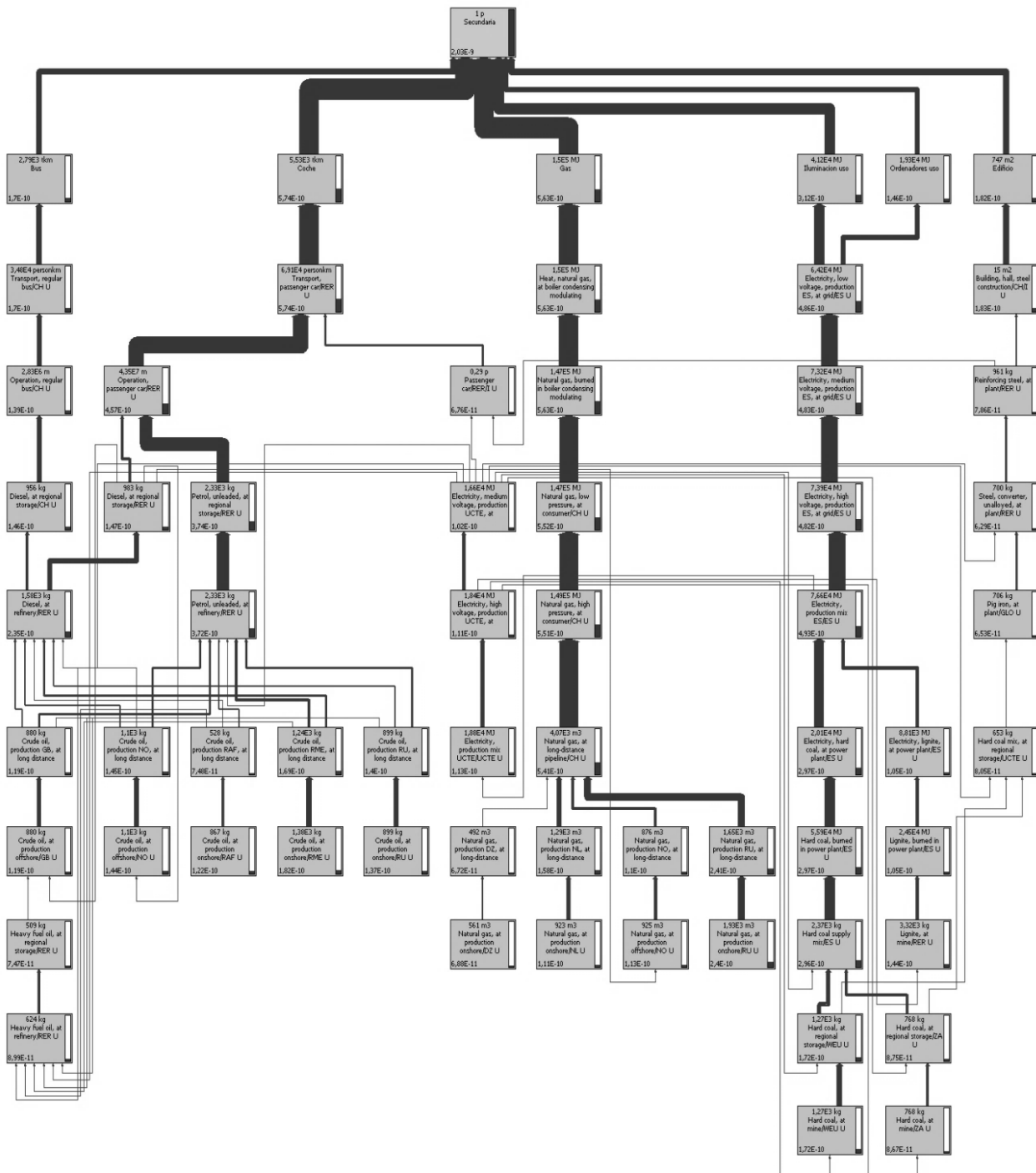


Figura 112 Árbol de la categoría de global warming (GWP100) en la etapa de Secundaria.

2.3.3 OZONE LAYER DEPLETION (ODP) EN KG CFC-11 EQ

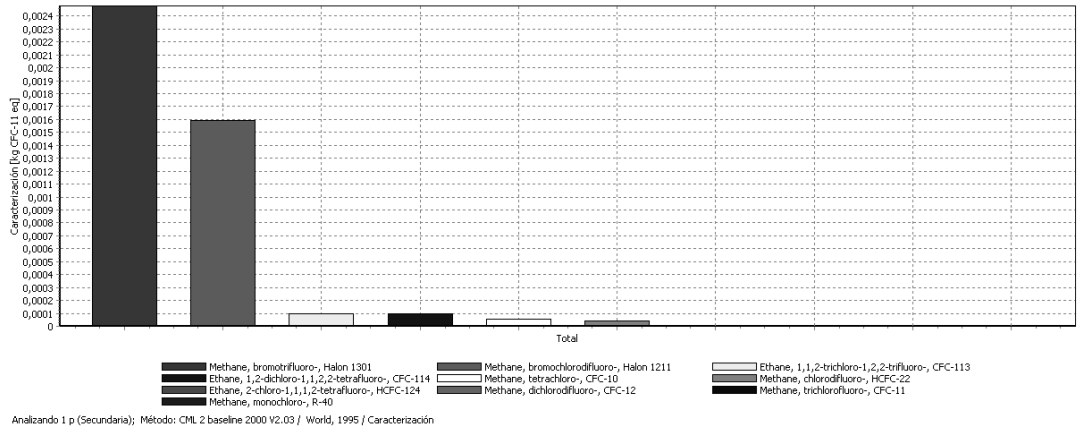


Figura 113 Emisiones de gases de ozone layer depletion en la etapa de Secundaria.

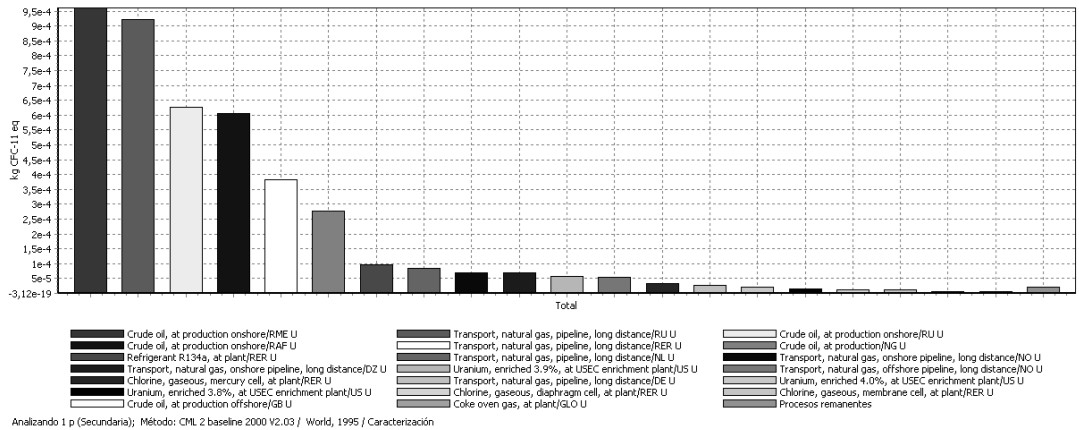


Figura 114 Contribución de procesos en ozone layer depletion en la etapa de Secundaria.

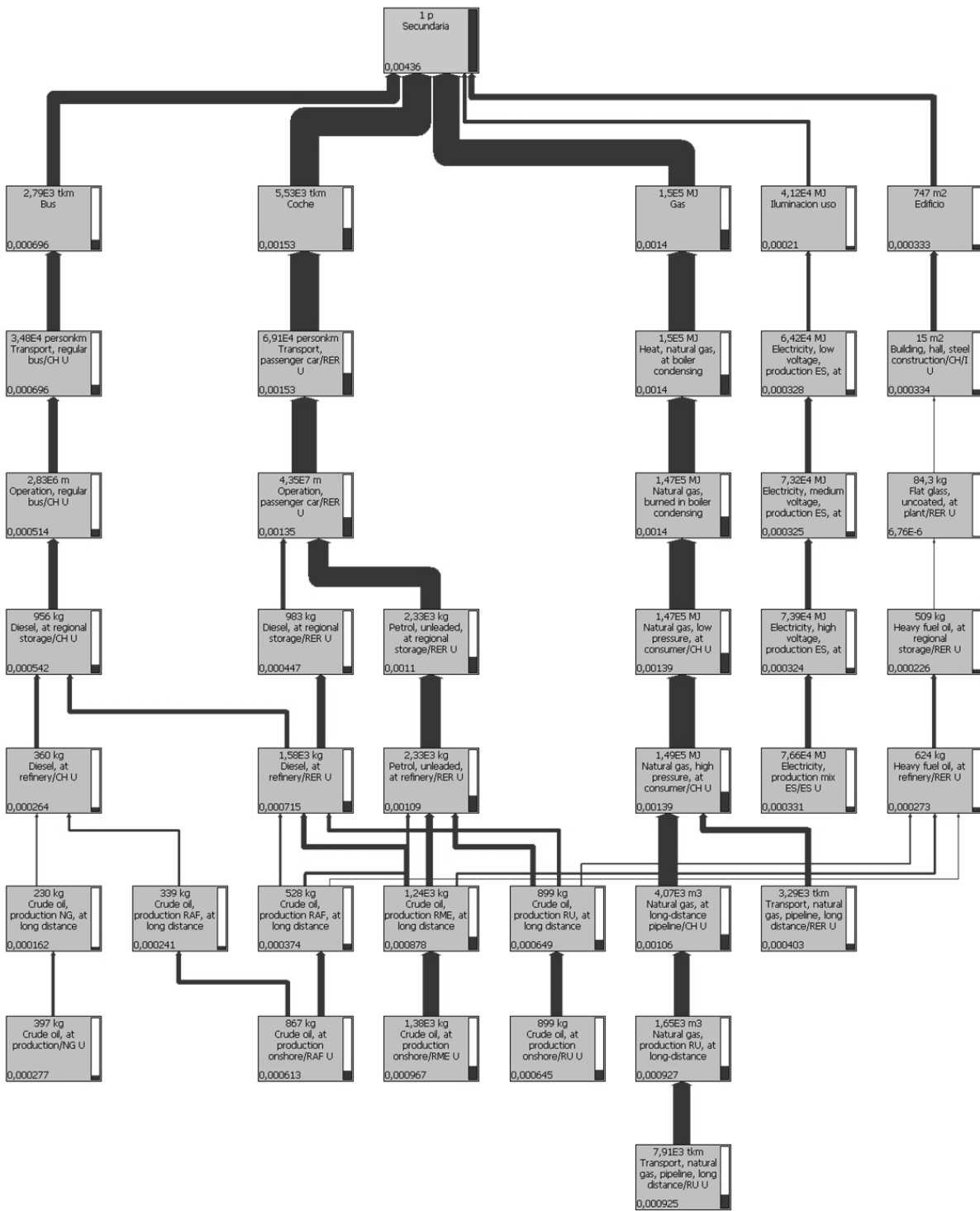


Figura 115 Árbol de la categoría de ozone layer depletion en la etapa de Secundaria.

2.3.4 HUMAN TOXICITY EN KG 1,4-DB EQ

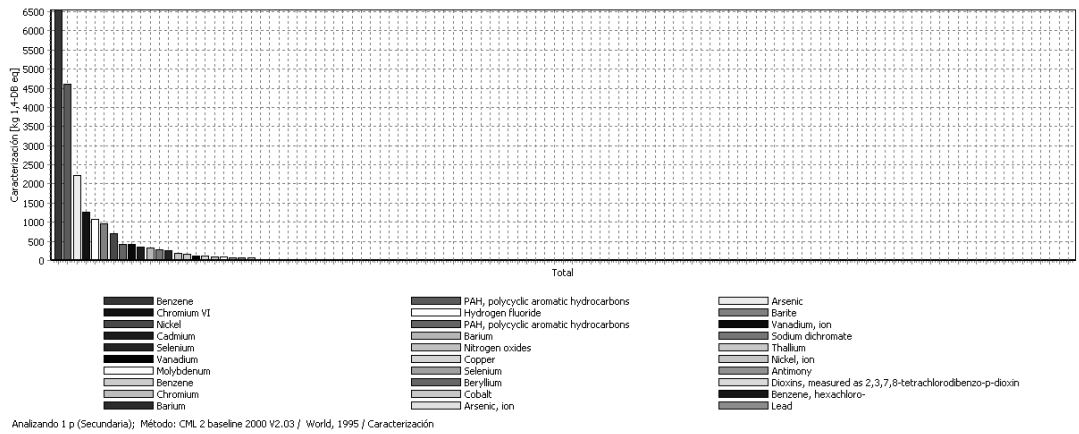


Figura 116 Emisiones de gases de human toxicity en la etapa de Secundaria.

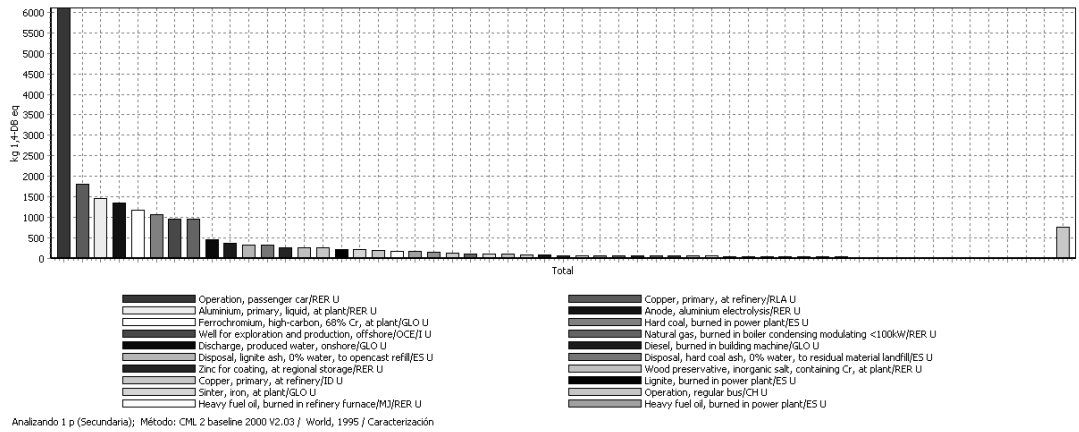


Figura 117 Contribución de procesos en human toxicity en la etapa de Secundaria.

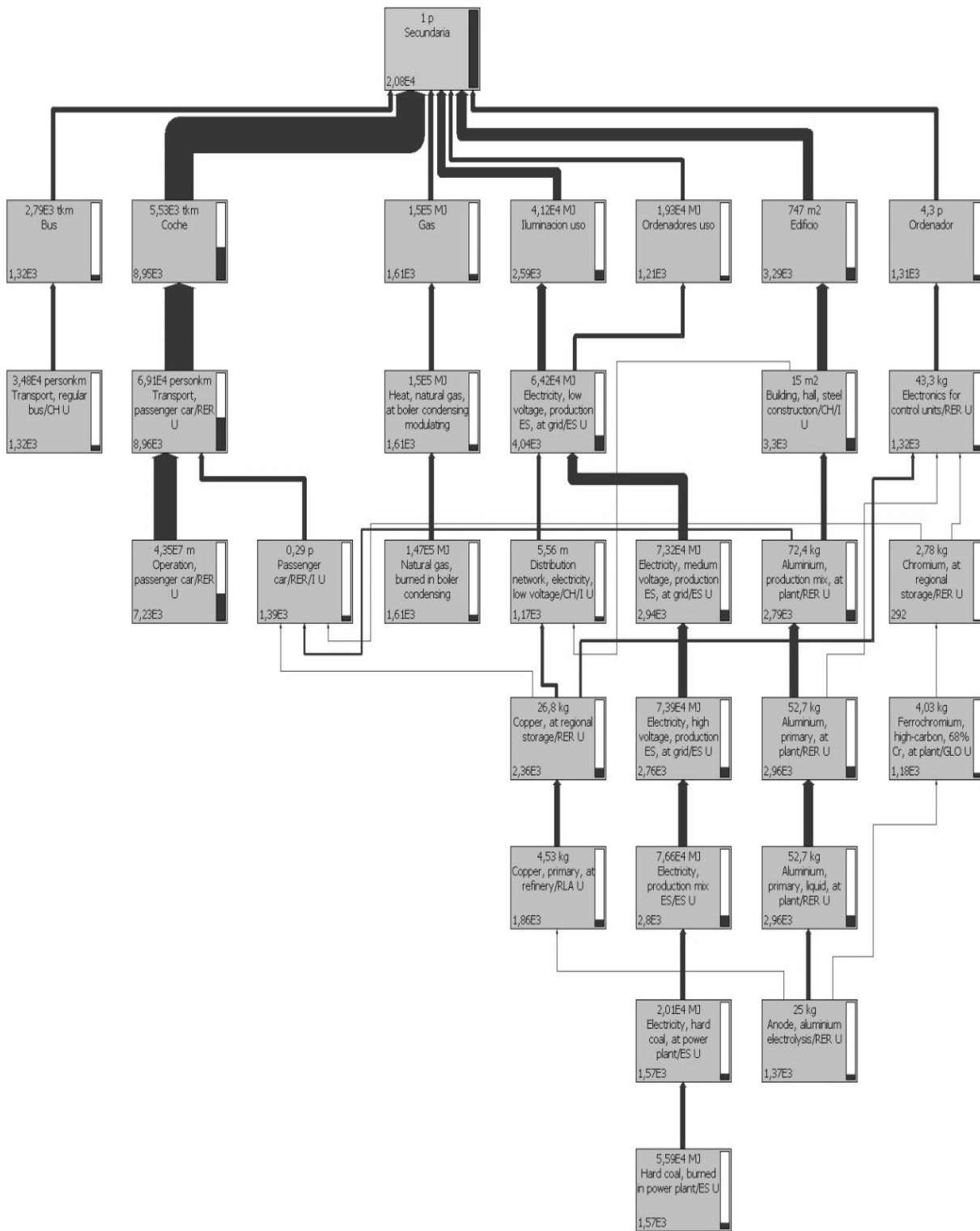


Figura 118 Árbol de la categoría de human toxicity en la etapa de Secundaria.

2.3.5 FRESH WATER AQUATIC ECOTOX. EN KG 1,4-DB EQ

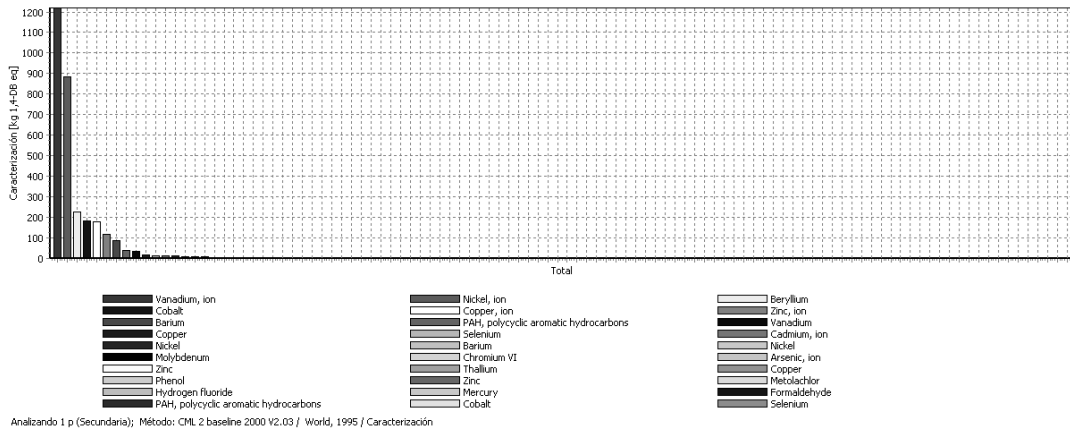


Figura 119 Emisiones de gases de fresh water aquatic ecotox en la etapa de Secundaria.

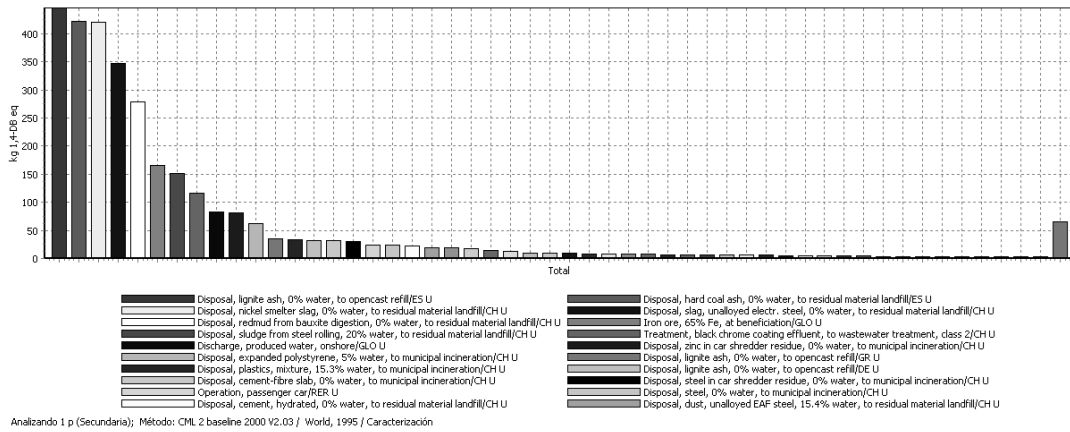


Figura 120 Contribución de procesos en fresh water aquatic ecotox en la etapa de Secundaria.



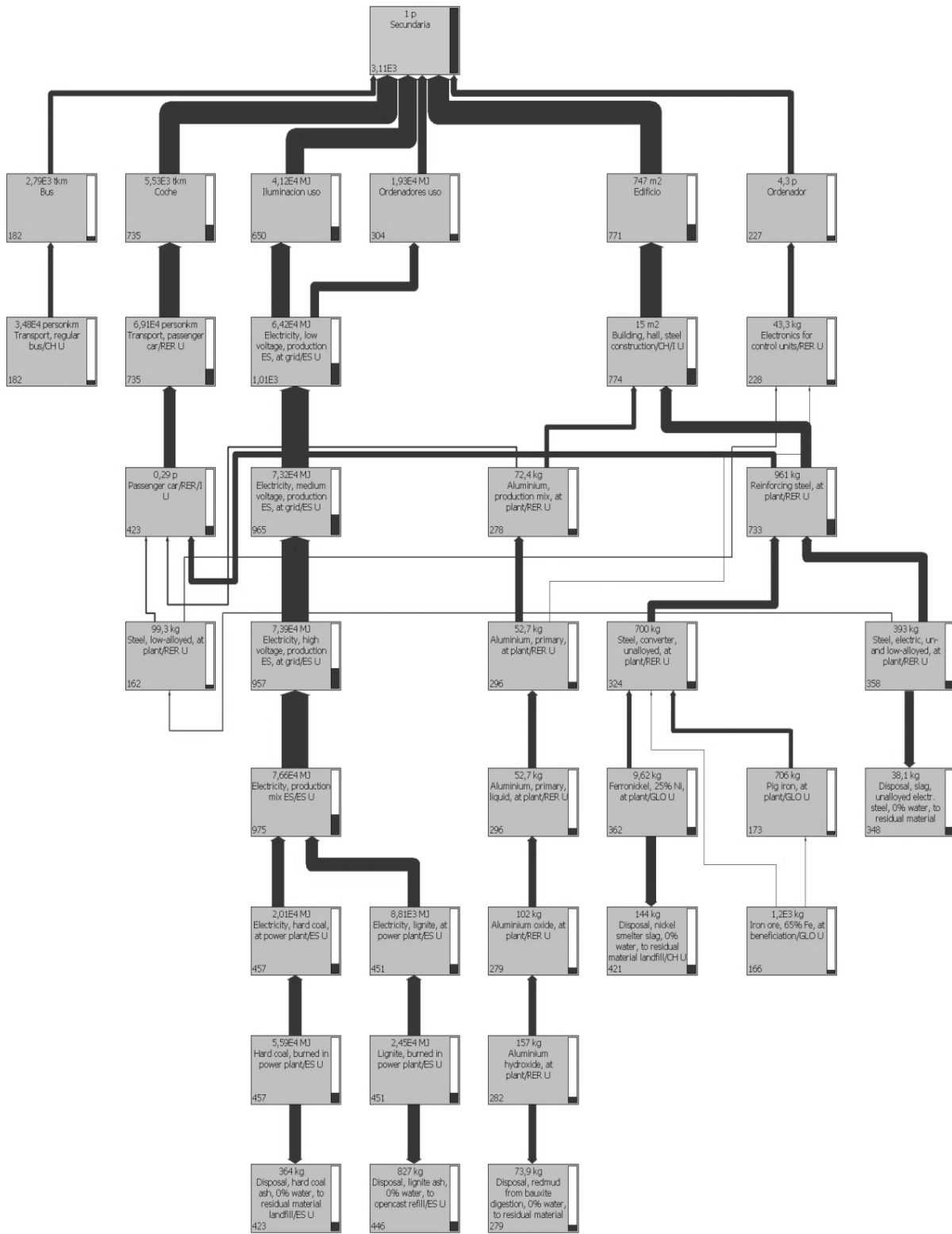


Figura 121 Árbol de la categoría de fresh water aquatic ecotox en la etapa de Secundaria.

2.3.6 MARINE AQUATIC ECOTOXICITY (KG 1,4-DB EQ)

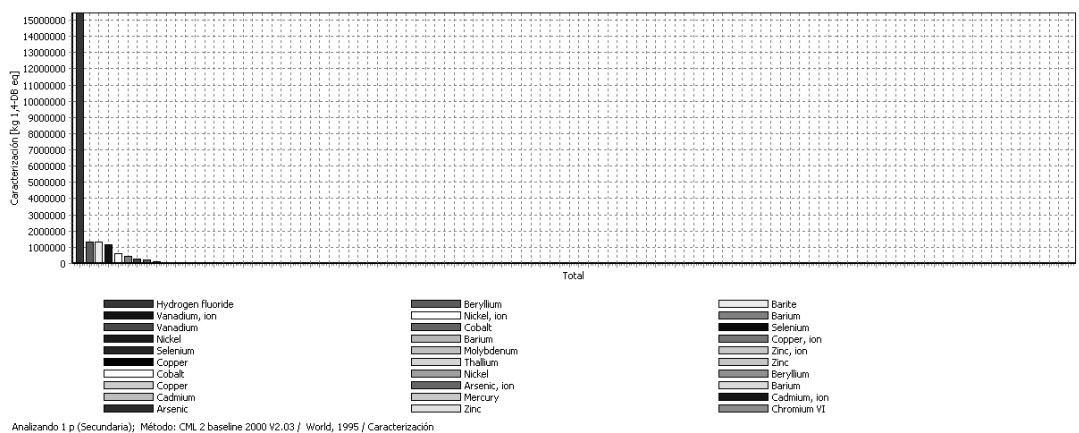


Figura 122 Emisiones de gases de marine aquatic ecotoxicity en la etapa de Secundaria.

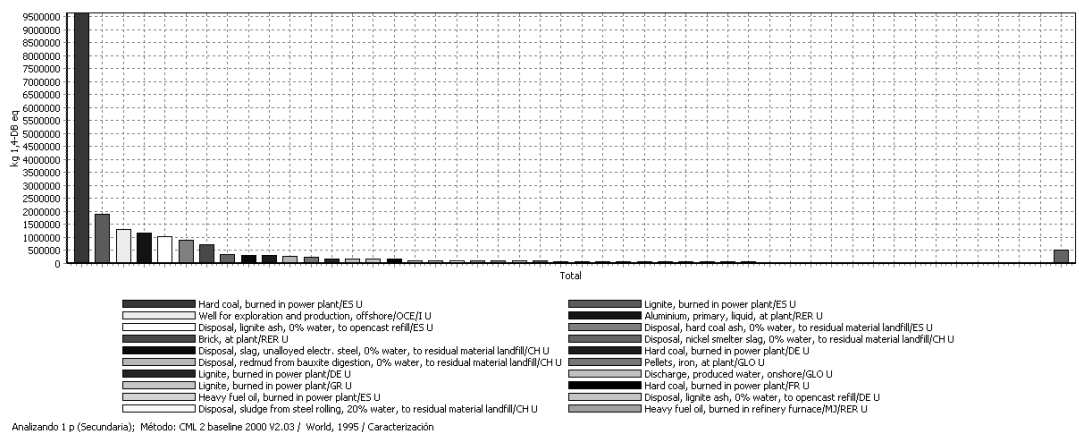


Figura 123 Contribución de procesos en marine aquatic ecotoxicity en la etapa de Secundaria.



Figura 124 Árbol de la categoría de marine aquatic ecotoxicity en la etapa de Secundaria.

2.3.7 TERRESTRIAL ECOTOXICITY (KG 1,4-DB EQ)

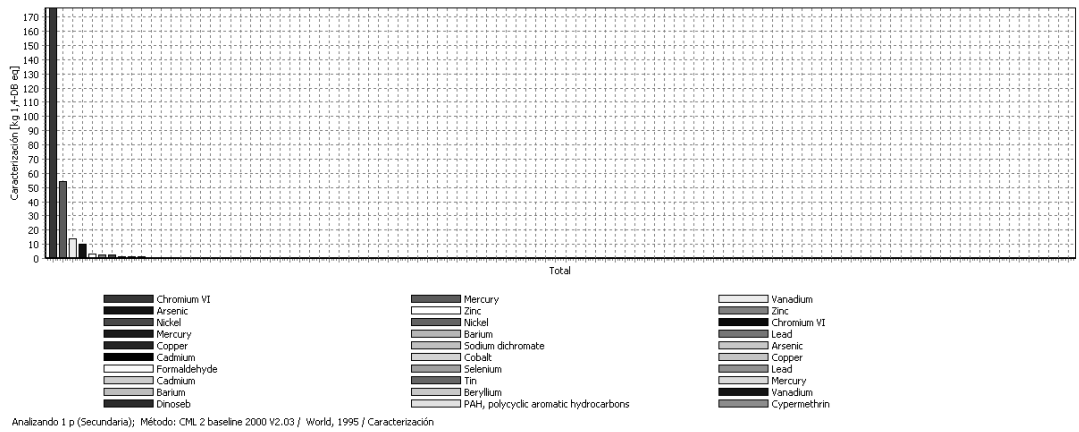


Figura 125 Emisiones de gases de terrestre ecotoxicity en la etapa de Secundaria.

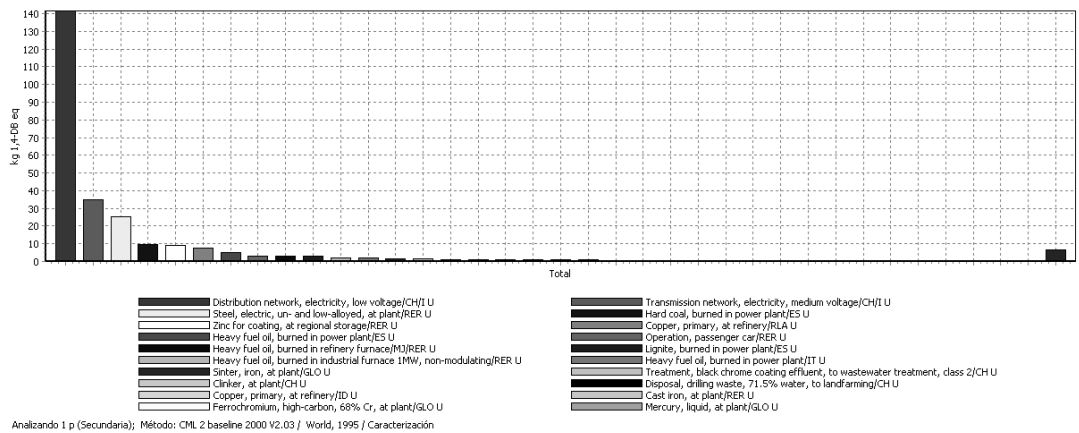


Figura 126 Contribución de procesos en terrestre ecotoxicity en la etapa de Secundaria.

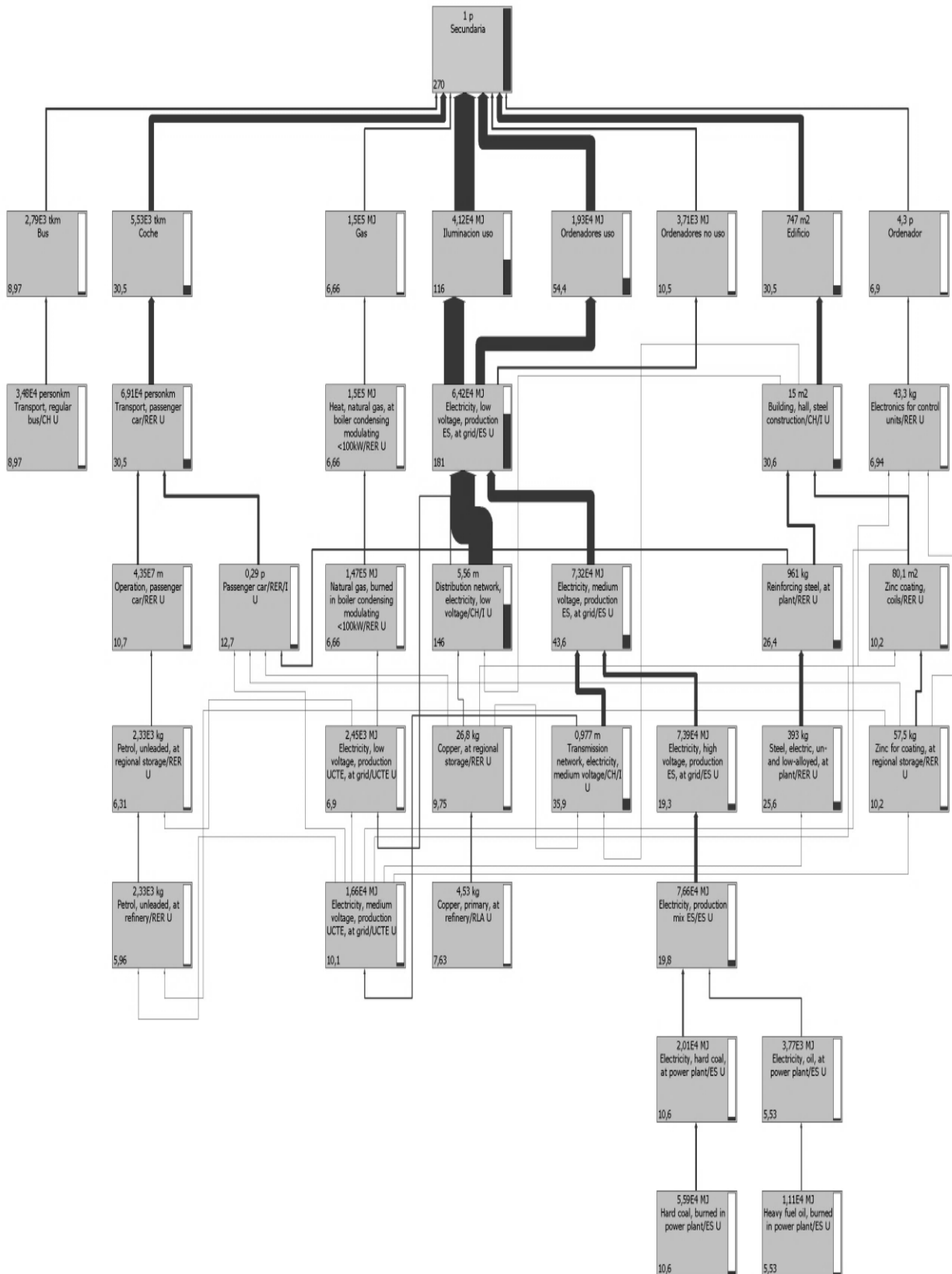


Figura 127 Árbol de la categoría de terrestre ecotoxicity en la etapa de Secundaria.

2.3.8 PHOTOCHEMICAL OXIDATION (KG C2H4)

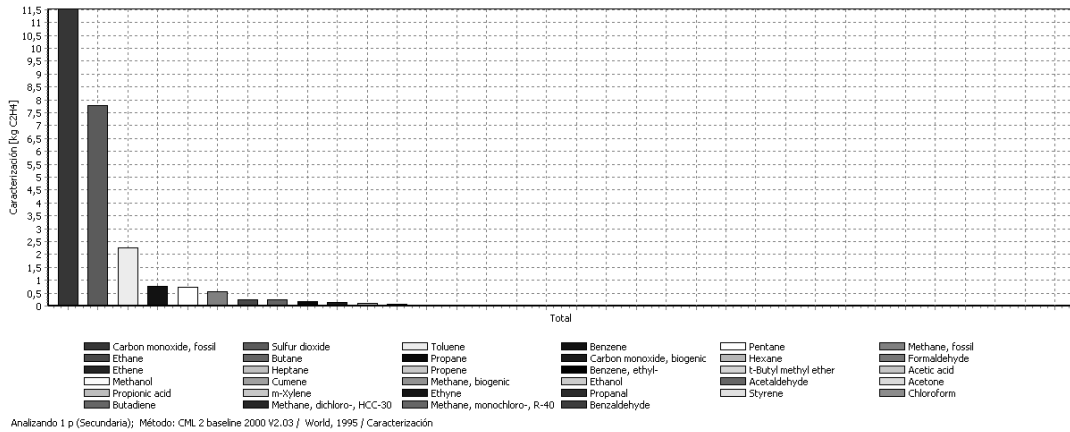


Figura 128 Emisiones de gases de photochemical oxidation en la etapa de Secundaria.

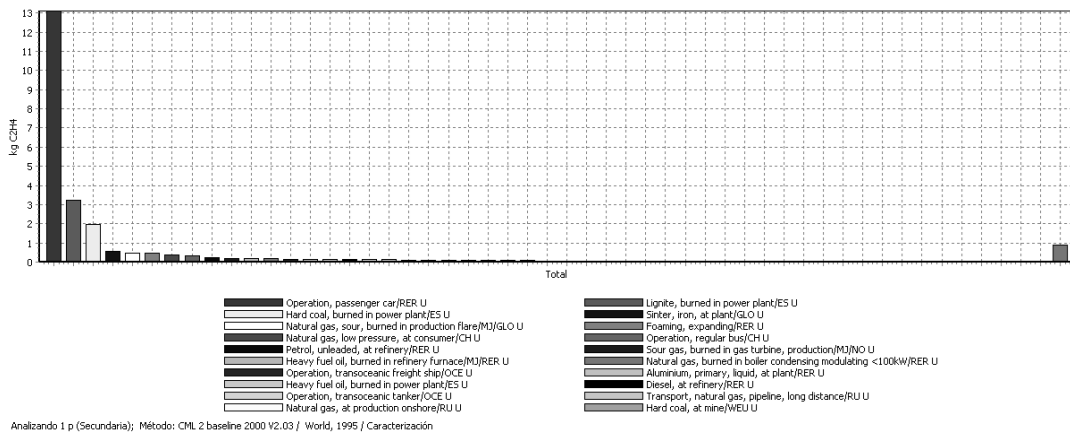


Figura 129 Contribución de procesos en photochemical oxidation en la etapa de Secundaria.

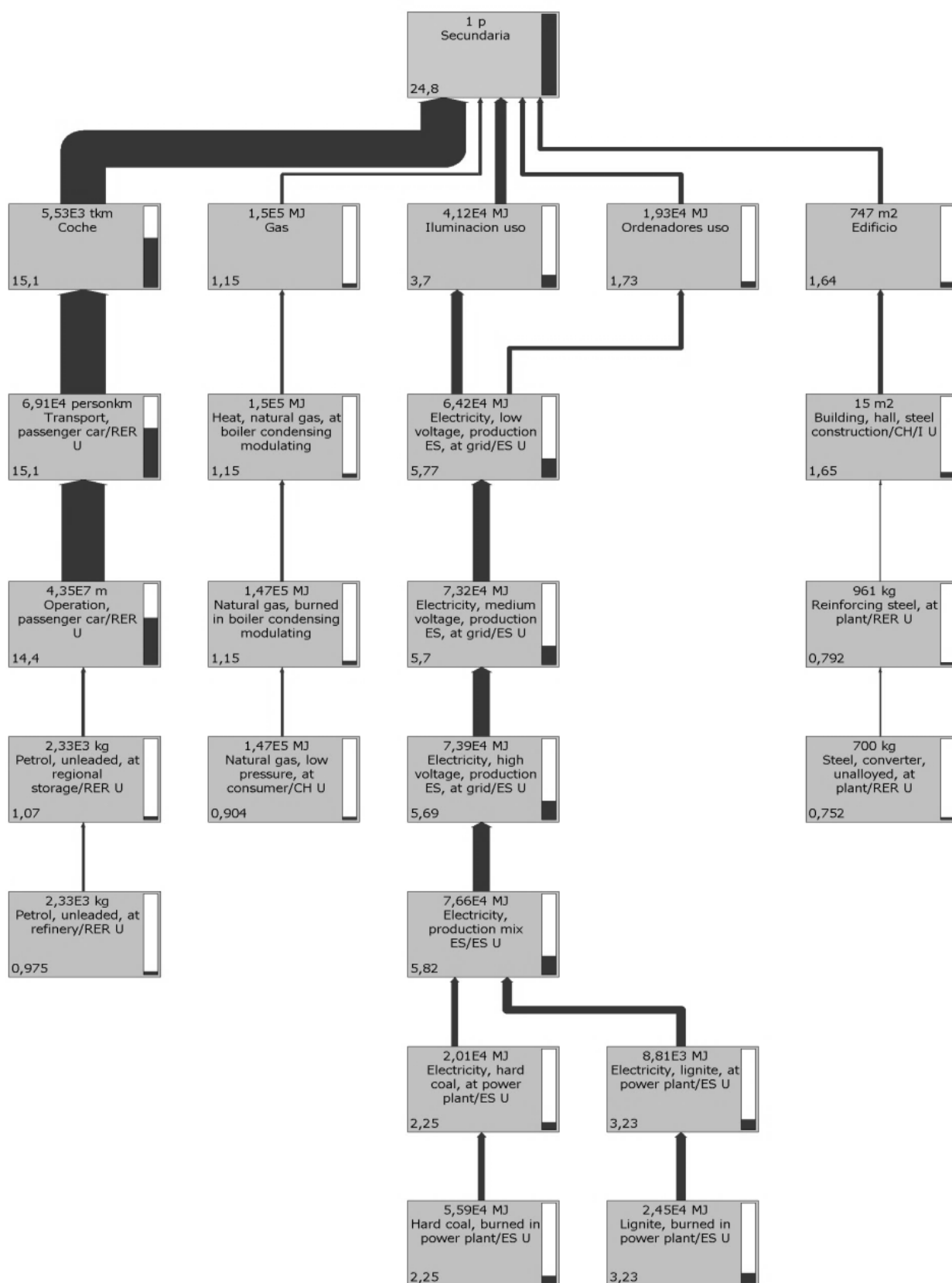


Figura 130 Árbol de la categoría de photochemical oxidation en la etapa de Secundaria.

2.3.9 ACIDIFICATION (KG SO2 EQ)

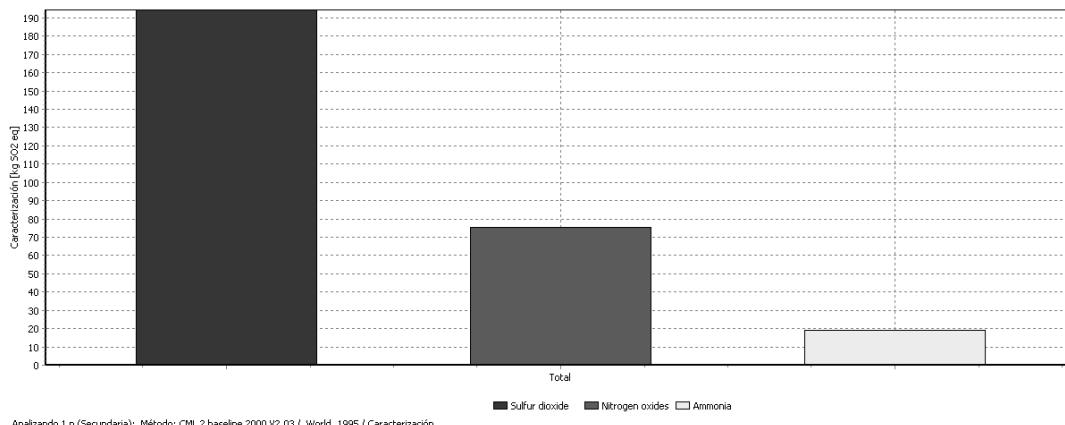


Figura 131 Emisiones de gases de acidification en la etapa de Secundaria.

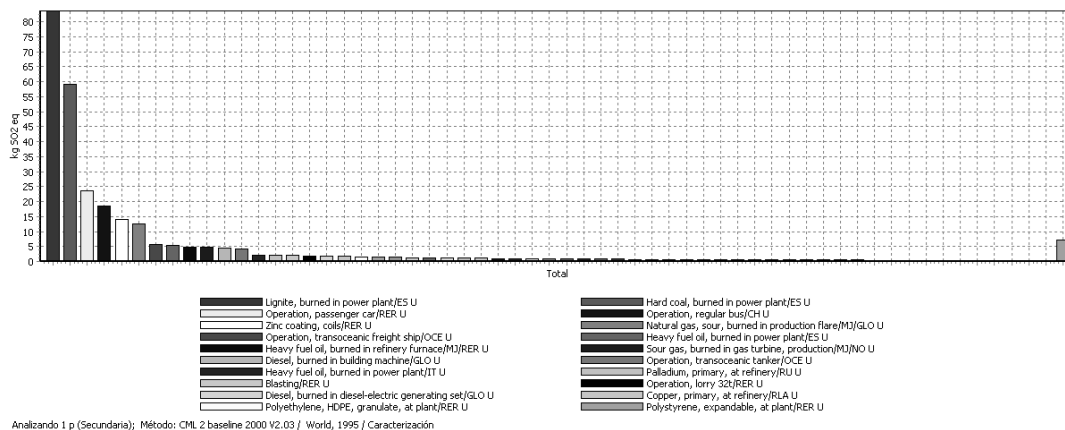


Figura 132 Contribución de procesos en acidification en la etapa de Secundaria.



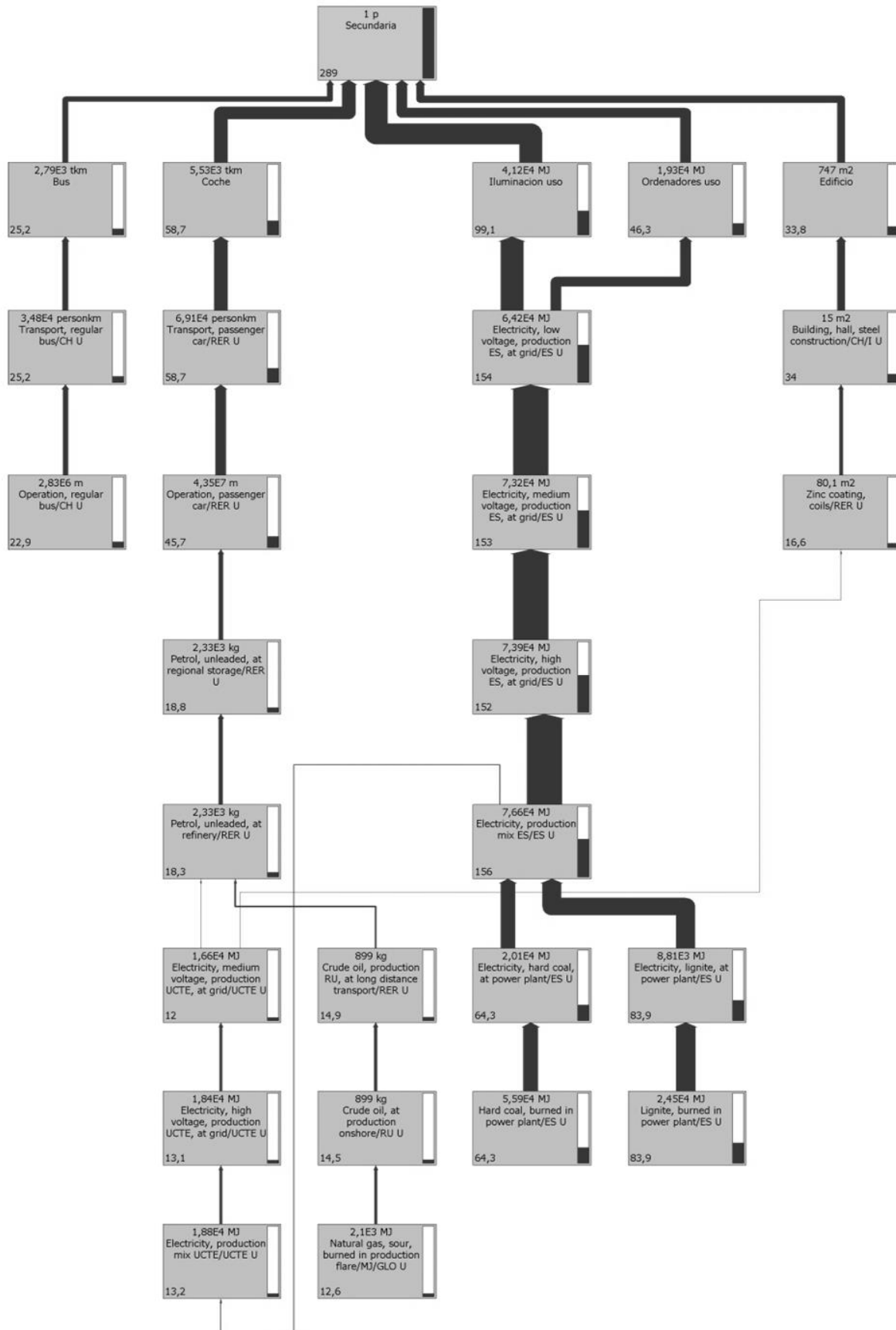


Figura 133 Árbol de la categoría de acidification en la etapa de Secundaria.

2.3.10 EUTROPHICATION (KG PO4--- EQ)

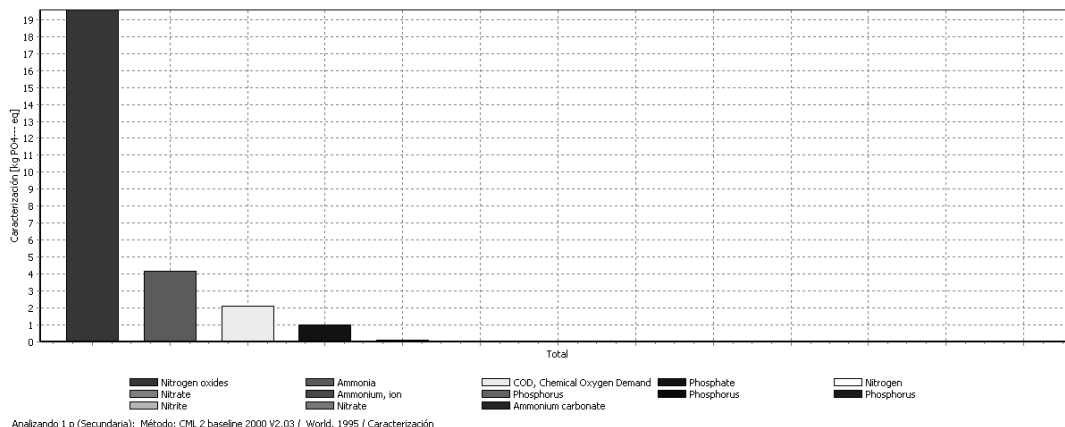


Figura 134 Emisiones de gases de eutrophication en la etapa de Secundaria.

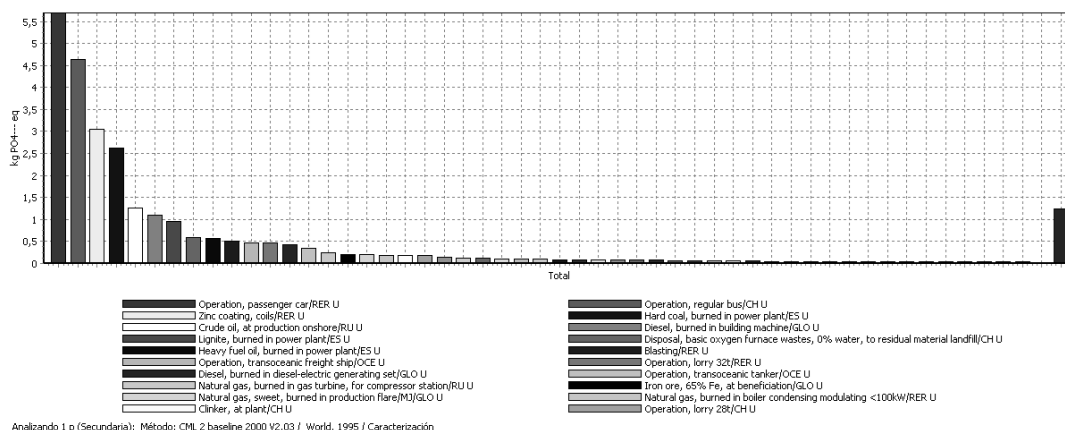


Figura 135 Contribución de procesos en eutrophication en la etapa de Secundaria.

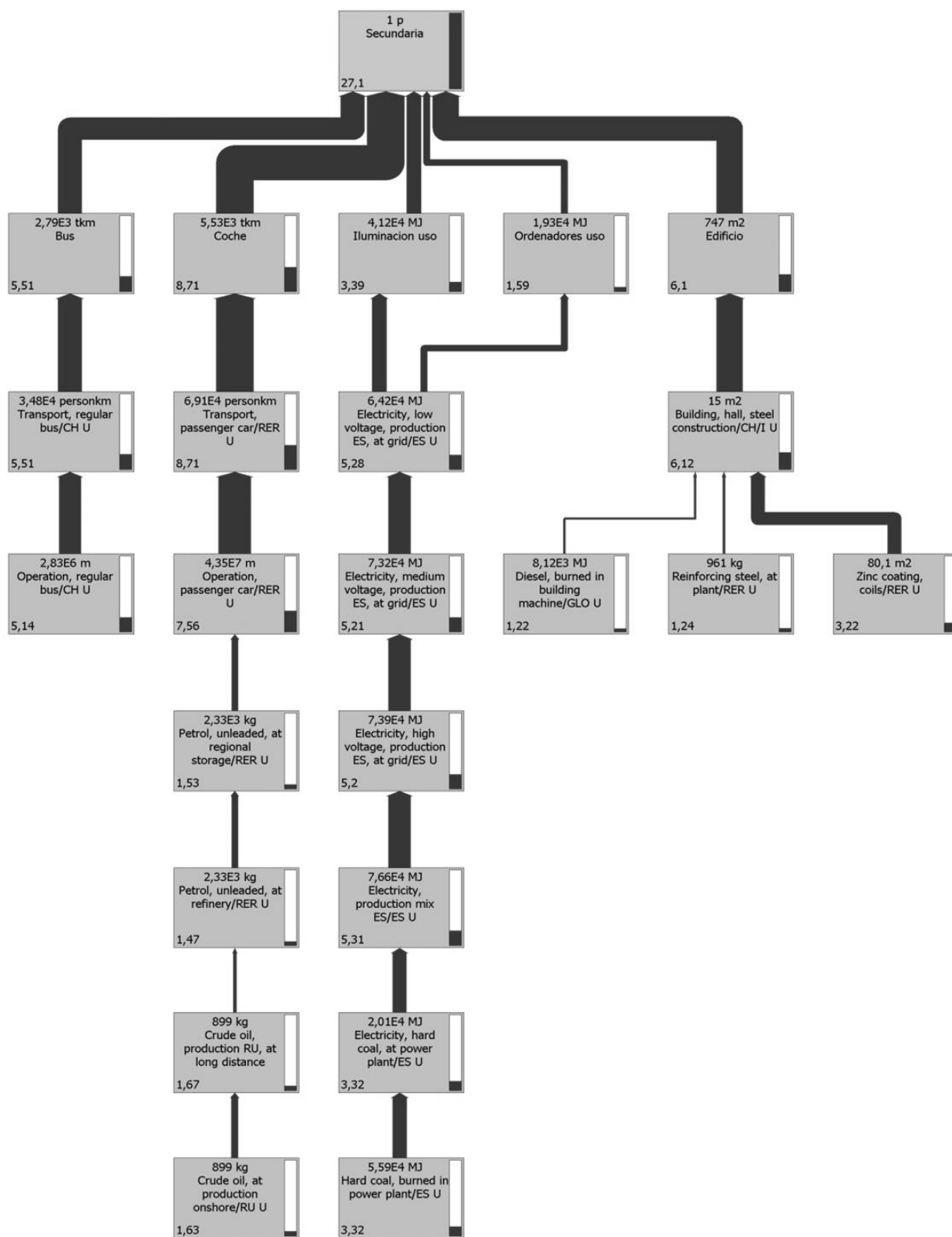


Figura 136 Árbol de la categoría de eutrophication en la etapa de Secundaria.

## 2.4 CICLOS FORMATIVOS

Se estudiará la etapa de ciclos formativos con el inventario realizado. Para ello se analizan cada uno de los ítems del inventario para cada una de las categorías de impacto consideradas para este modelo base.

Tabla 67 Totales para las distintas categorías de impacto en la etapa de Ciclos Formativos

Categoría de impacto	Unidad	Total
abiotic depletion	kg Sb eq	687,5616
global warming (GWP100)	kg CO <sub>2</sub> eq	99489,54
ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	0,009657
human toxicity	kg 1,4-DB eq	57762,6
fresh water aquatic ecotox.	kg 1,4-DB eq	7601,692
marine aquatic ecotoxicity	kg 1,4-DB eq	40968126
terrestrial ecotoxicity	kg 1,4-DB eq	527,6907
photochemical oxidation	kg C2H4	81,21155
acidification	kg SO2 eq	612,0169
eutrophication	kg PO4--- eq	59,55032

El estudio detallado para cada uno de los análisis de las categorías de impacto medioambiental se detalla en las siguientes páginas, donde se comentan los gráficos únicamente para el modelo de *Global Warming*, exponiendo el resto de información como información complementaria a este modelo para que sirva de referencia en futuras investigaciones para distintas comparativas entre categorías ambientales.

2.4.1 ABIOTIC DEPLETION (KG SB EQ)

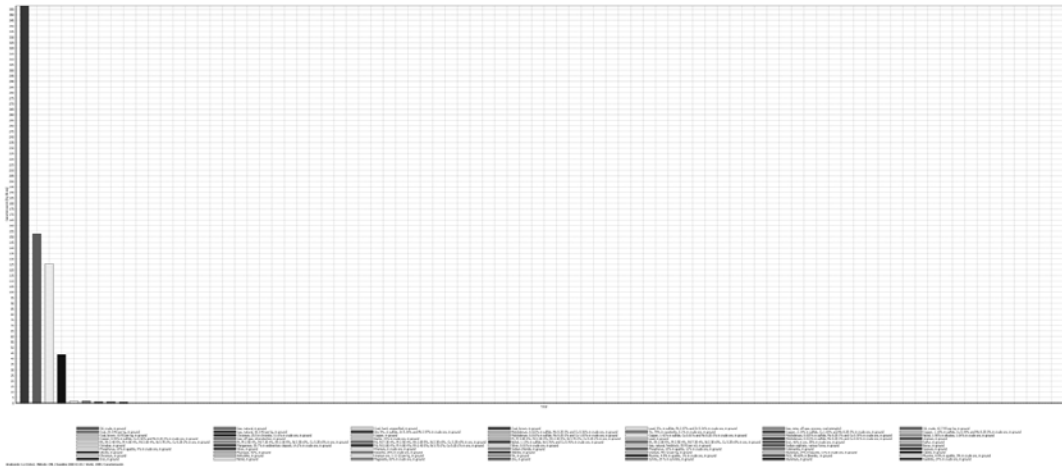
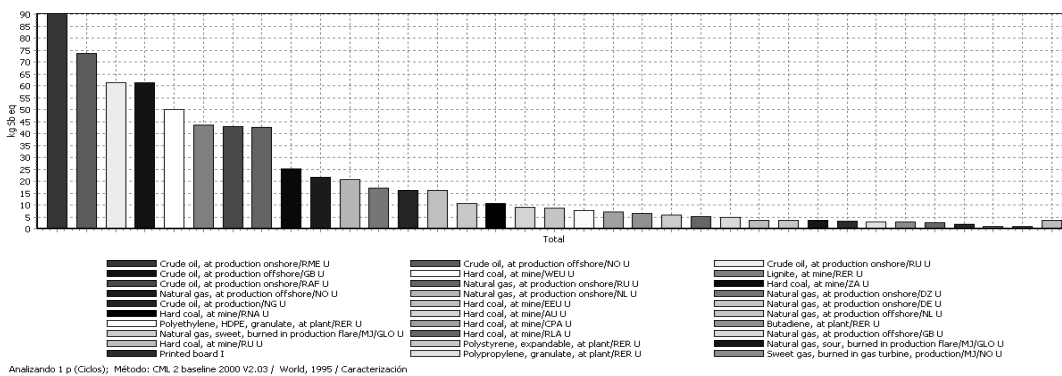


Figura 137 Emisiones de gases de abiotic depletion en la etapa de Ciclos Formativos.



Analizando 1 p (Ciclos); Método: CML 2 baseline 2000 V2.03 / World, 1995 / Caracterización

Figura 138 Contribución de procesos en abiotic depletion en la etapa de Ciclos Formativos.

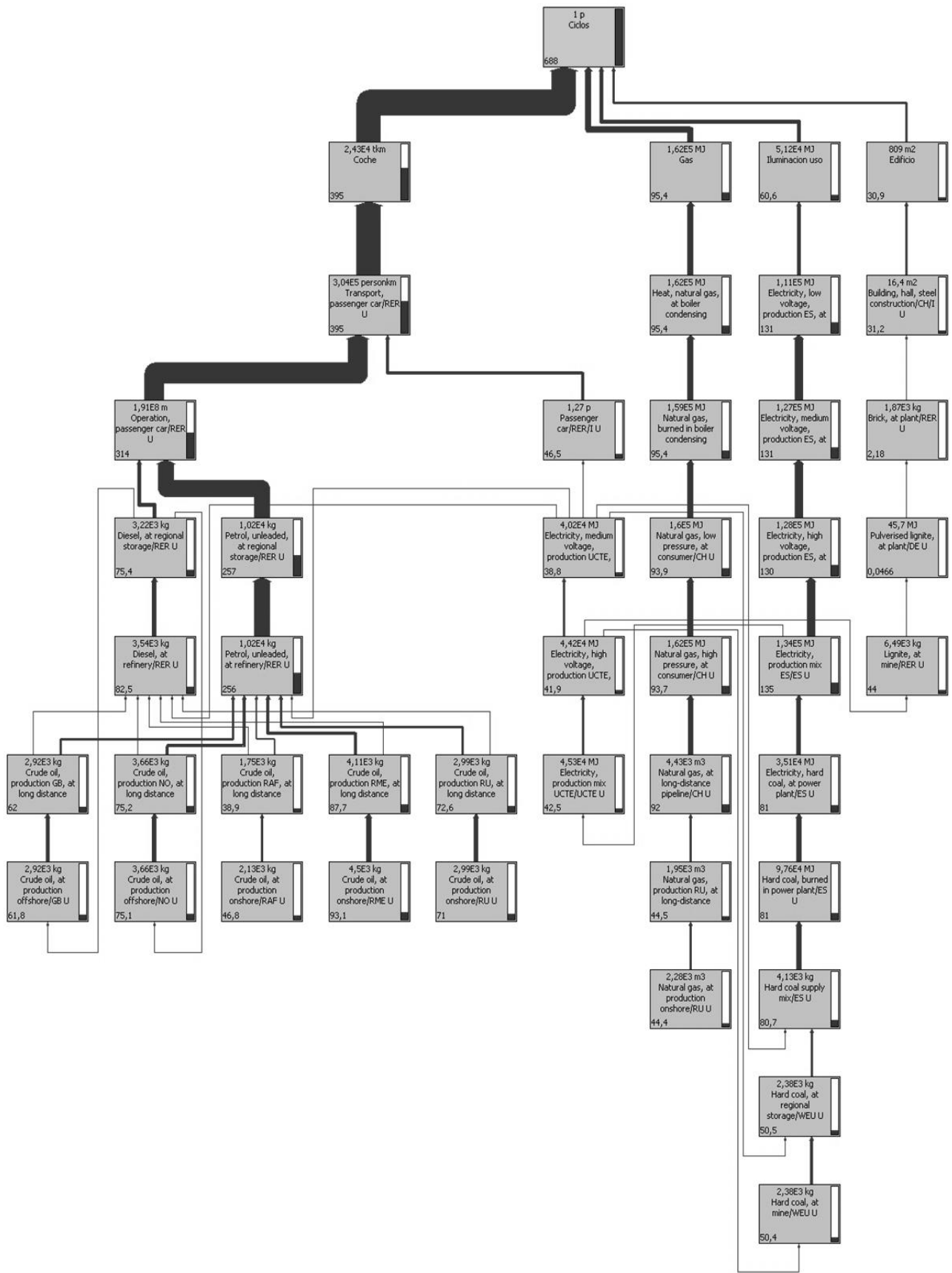


Figura 139 Árbol de la categoría de abiotic depletion en la etapa de Ciclos Formativos

2.4.2 GLOBAL WARMING (GWP100) EN KG CO<sub>2</sub> EQ

Y se observa que el gas emitido más contributivo al impacto en este caso es el CO<sub>2</sub> como se muestra en la siguiente Figura 140.

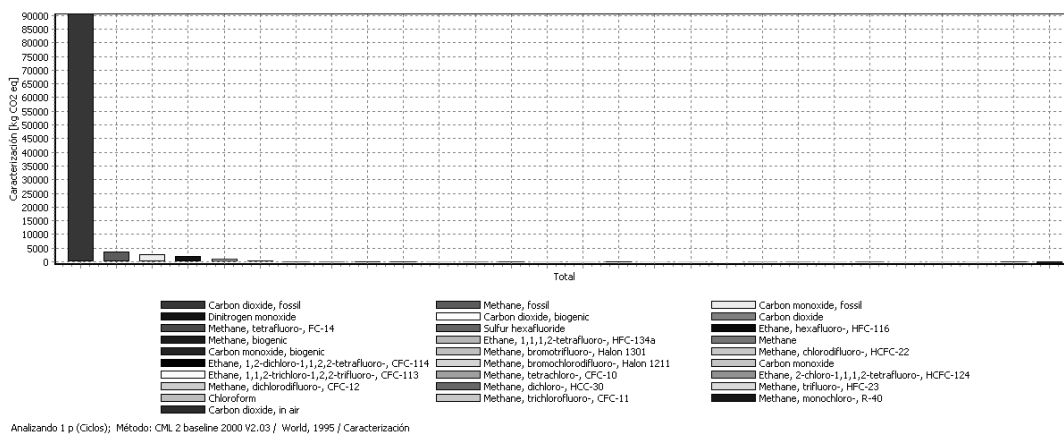


Figura 140 Emisiones de gases de global warming (GWP100) en la etapa de Ciclos Formativos.

Considerando el impacto de emisiones de CO<sub>2</sub> emitidas a la atmosfera, y evaluando el ICV con el valor de carbono equivalente, se destaca principalmente la categoría de vehículo de pasajeros sobre el resto en función del proceso productivo de los ítems considerados, como se observa en la siguiente Figura 51Figura 141.

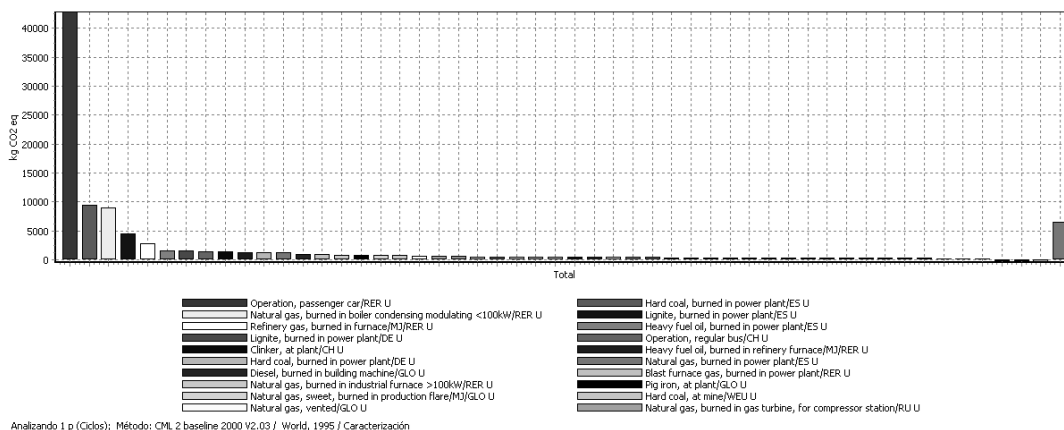


Figura 141 Contribución de procesos en global warming (GWP100) en la etapa de Ciclos Formativos.

En la etapa educativa de ciclos formativos están los alumnos más adultos del colegio y la jornada lectiva es en horario continuo. Tienen mucho consumo de talleres y su desplazamiento conlleva el transporte de bastantes kilogramos de su peso en distancias más largas que en etapas anteriores. El espacio que

ocupan es grande, puesto que así lo demuestran los metros cuadrados necesarios para esta etapa con el uso de talleres, y de esta misma forma el consumo energético. Los alumnos de esta etapa son totalmente independientes en cuanto a desplazamientos se refiere.

Los resultados de impacto según las distintas contribuciones del ICV se muestran en la siguiente Figura 142.

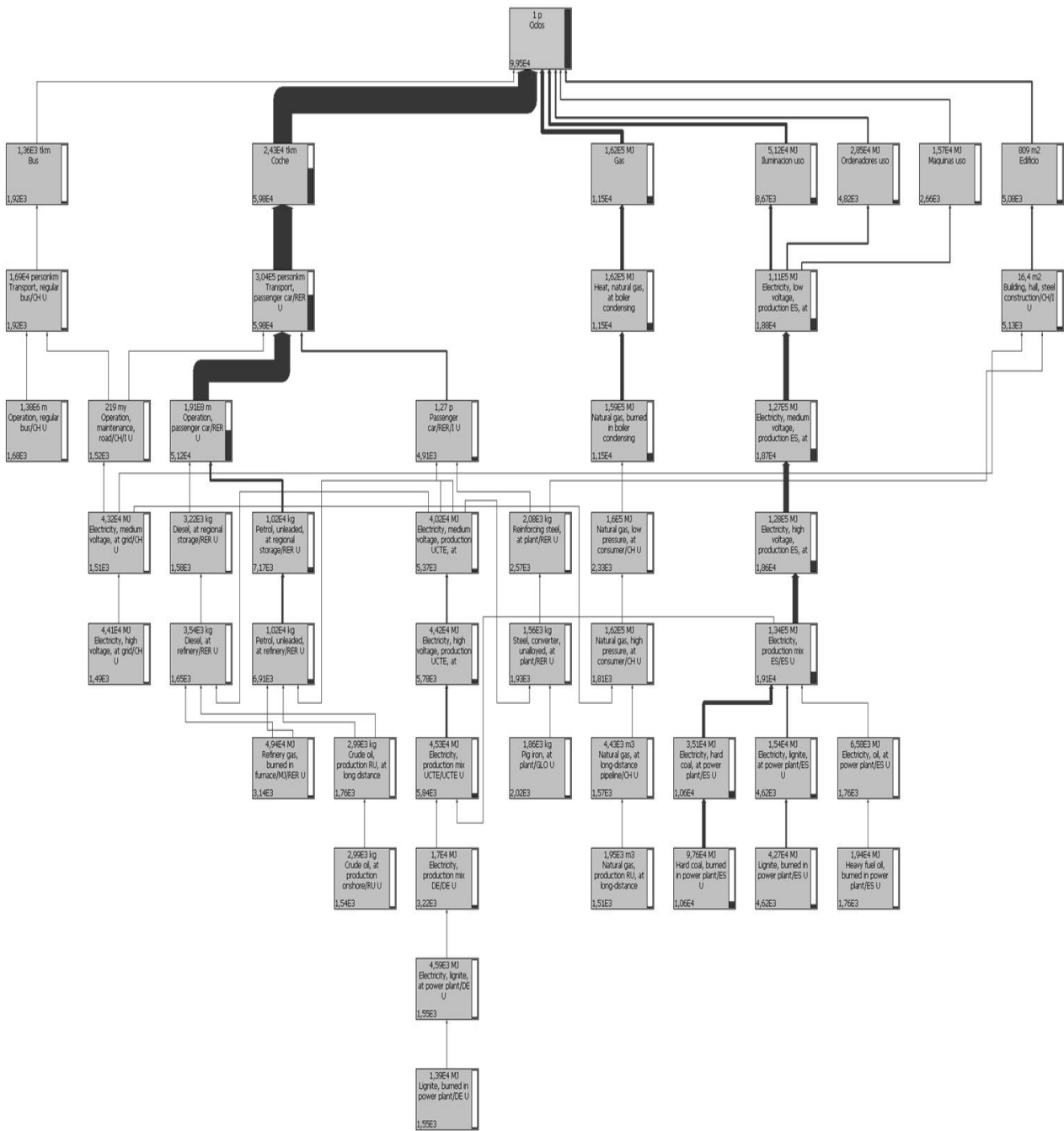


Figura 142 Árbol de la categoría de global warming (GWP100) en la etapa de Ciclos Formativos.



2.4.3 OZONE LAYER DEPLETION (ODP) EN KG CFC-11 EQ

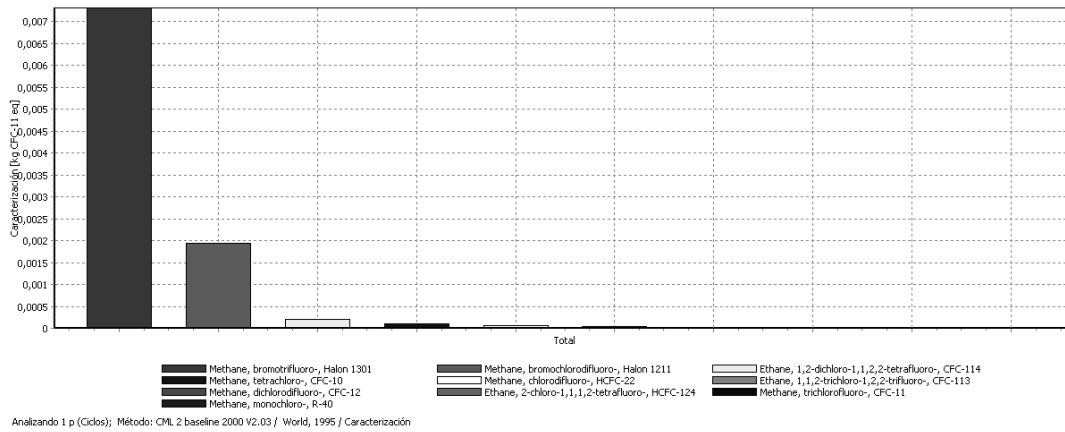


Figura 143 Emisiones de gases de ozone layer depletion en la etapa de Ciclos Formativos.

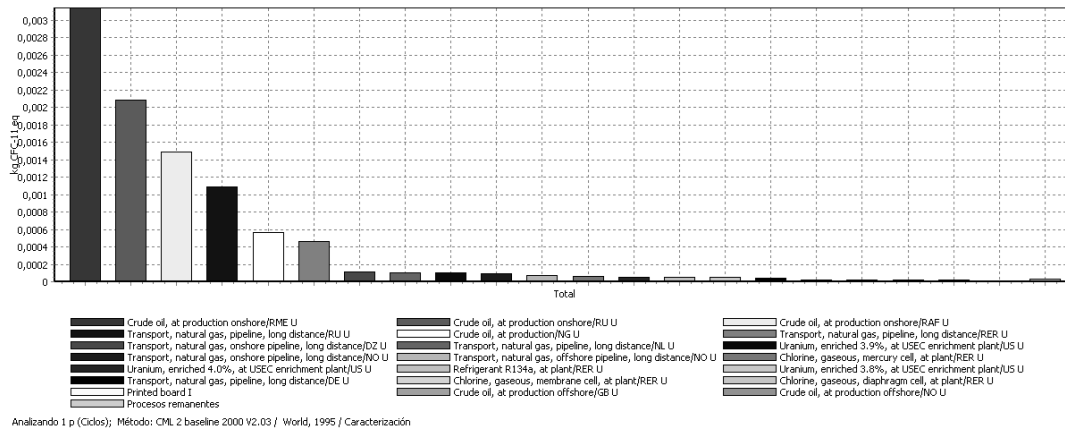


Figura 144 Contribución de procesos en ozone layer depletion en la etapa de Ciclos Formativos.

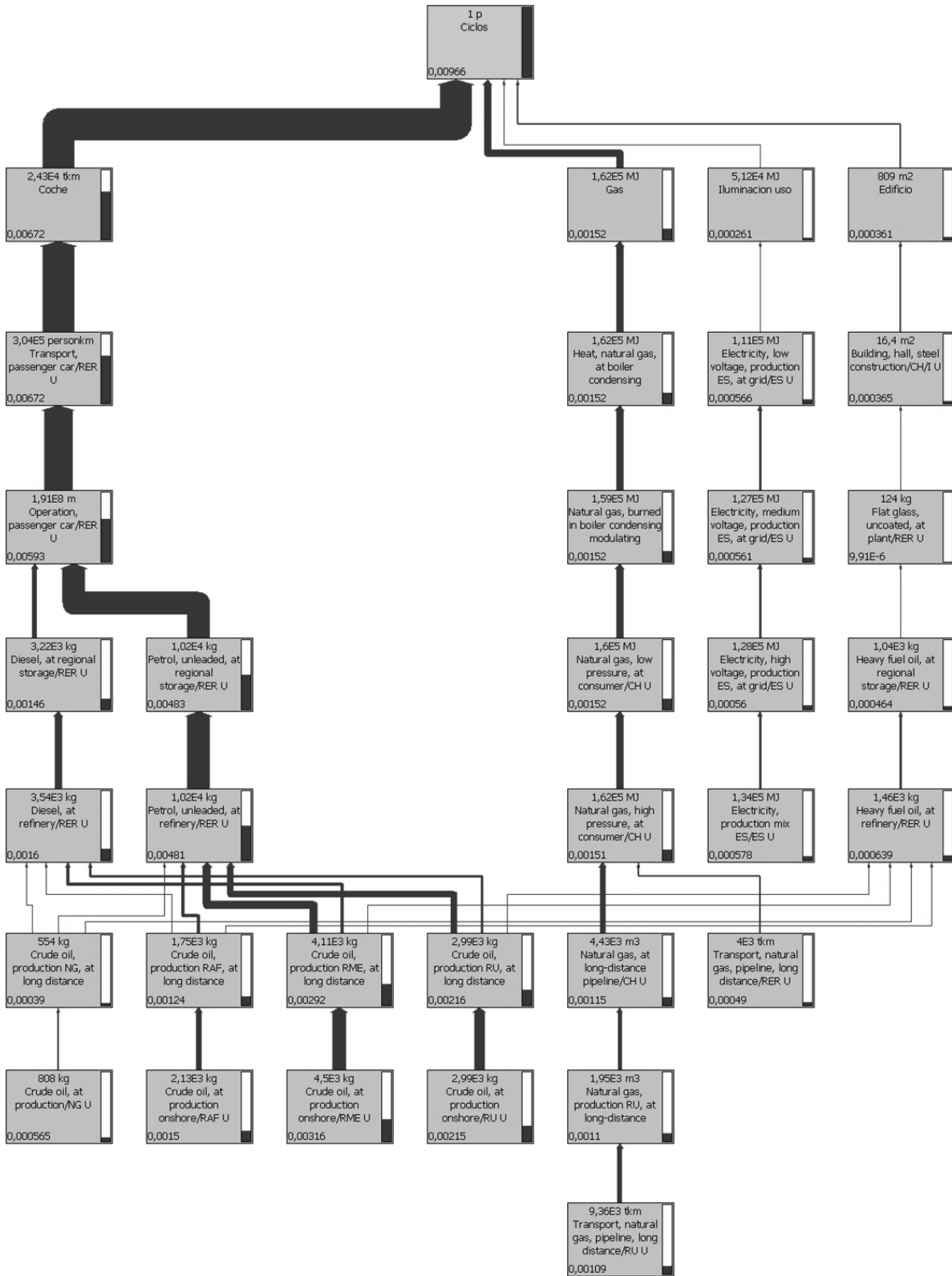


Figura145 Árbol de la categoría de ozono layer depletion en la etapa de Ciclos Formativos.

2.4.4 HUMAN TOXICITY EN KG 1,4-DB EQ

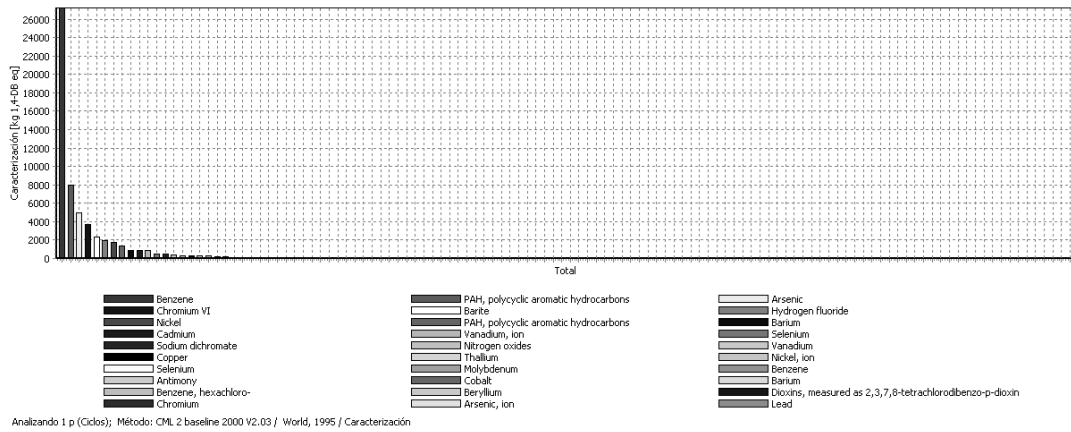


Figura 146 Emisiones de gases de human toxicity en la etapa de Ciclos Formativos.

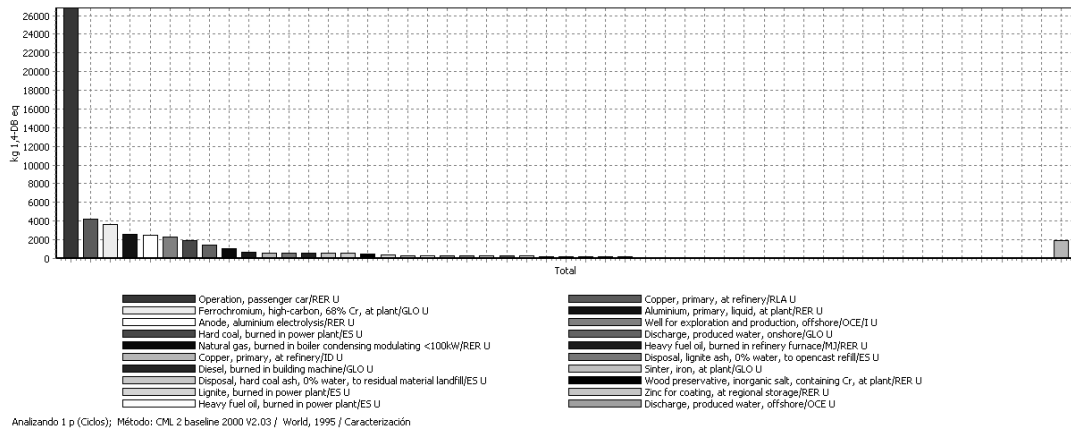


Figura 147 Contribución de procesos en human toxicity en la etapa de Ciclos Formativos.



Figura 148 Árbol de la categoría de human toxicity en la etapa de Ciclos Formativos.

2.4.5 FRESH WATER AQUATIC ECOTOX. EN KG 1,4-DB EQ

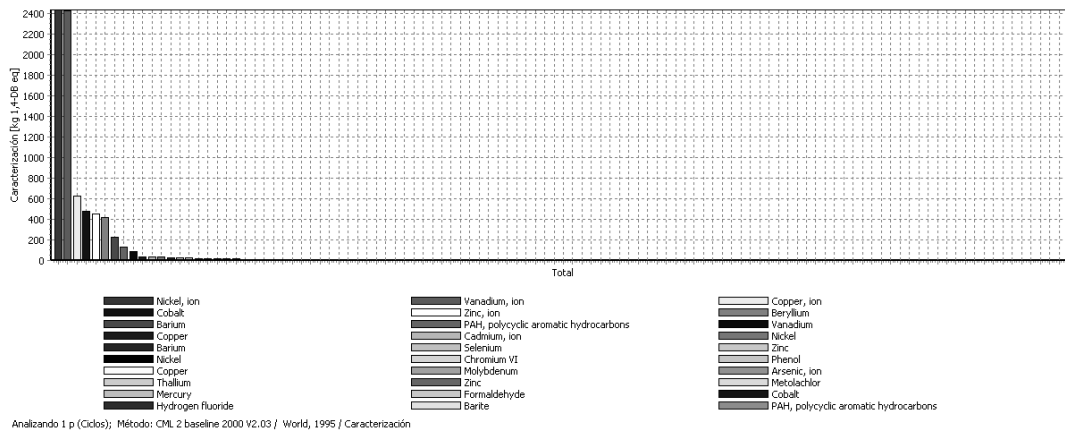


Figura 149 Emisiones de gases de fresh water aquatic ecotox en la etapa de Ciclos Formativos.

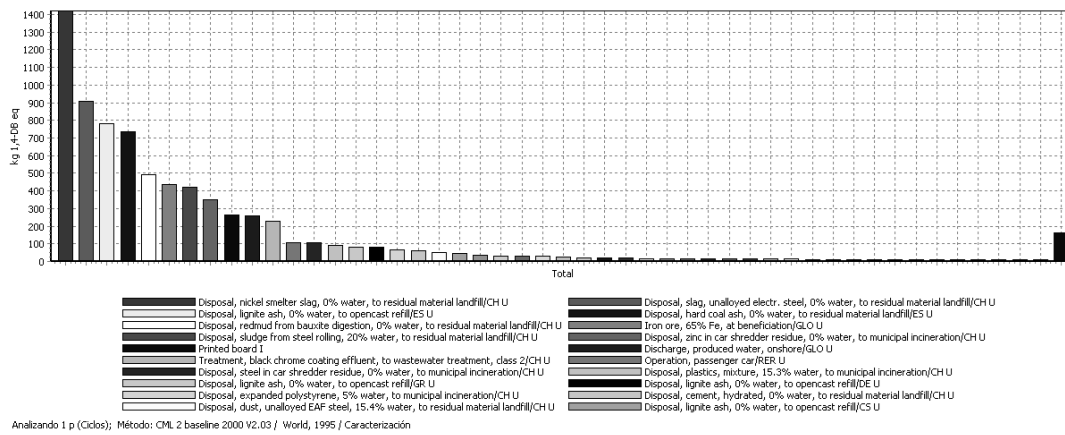


Figura 150 Contribución de procesos en fresh water aquatic ecotox en la etapa de Ciclos Formativos.



Figura 151 Árbol de la categoría de fresh water aquatic ecotox en la etapa de Ciclos Formativos.

2.4.6 MARINE AQUATIC ECOTOXICITY (KG 1,4-DB EQ)

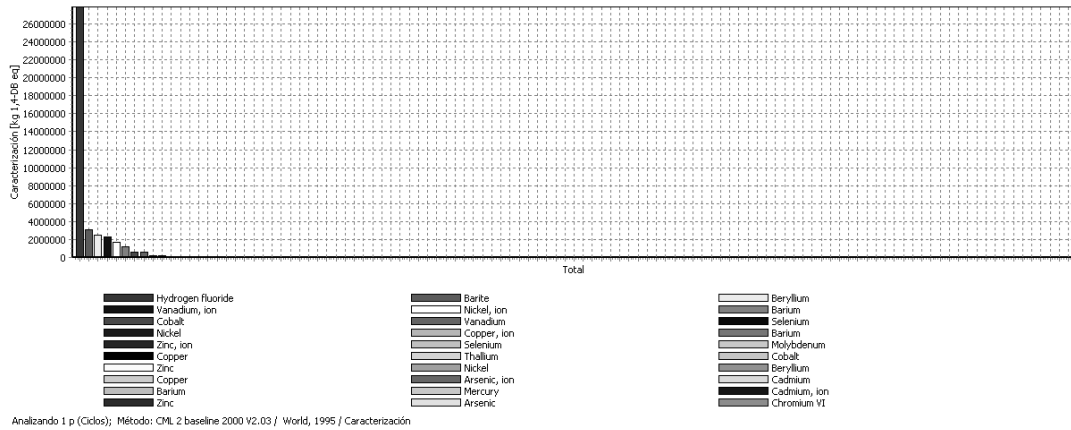


Figura 152 Emisiones de gases de marine aquatic ecotoxicity en la etapa de Ciclos Formativos.

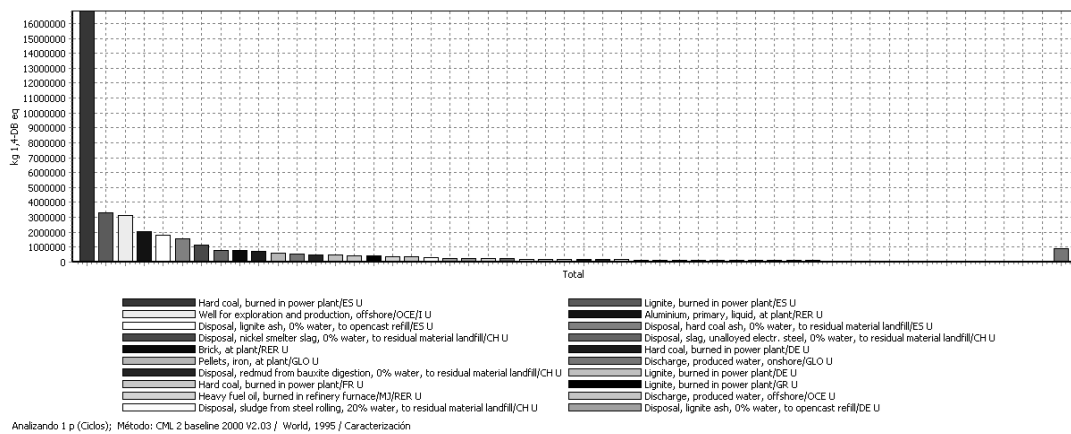


Figura 153 Contribución de procesos en marine aquatic ecotoxicity en la etapa de Ciclos Formativos.

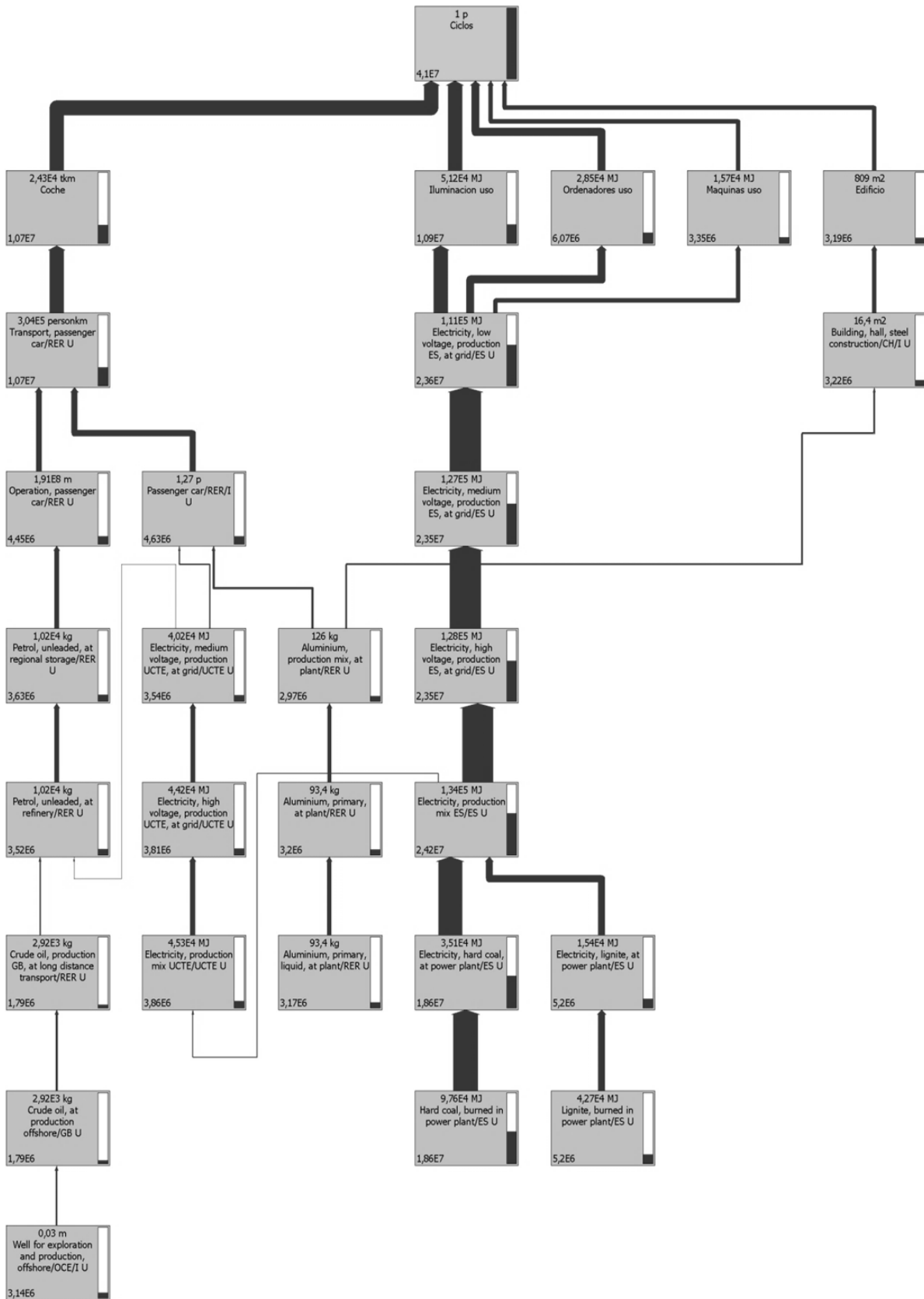


Figura 154 Árbol de la categoría de marine aquatic ecotoxicity en la etapa de Ciclos Formativos.



2.4.7 TERRESTRIAL ECOTOXICITY (KG 1,4-DB EQ)

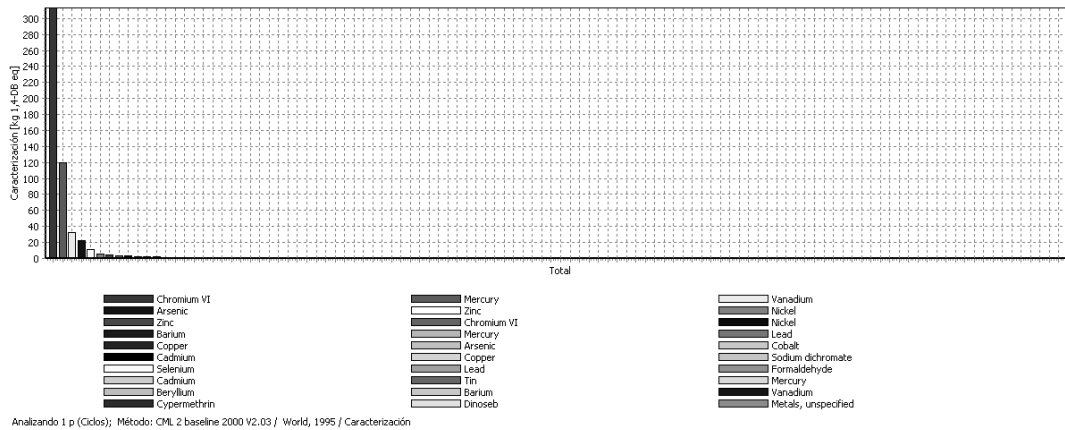


Figura 155 Emisiones de gases de terrestre ecotoxicidad en la etapa de Ciclos Formativos.

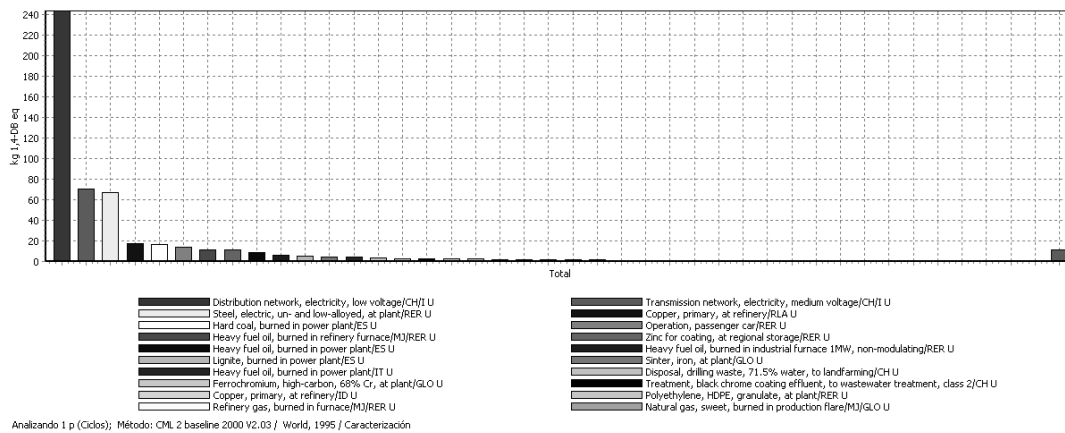


Figura 156 Contribución de procesos en terrestre ecotoxicidad en la etapa de Ciclos Formativos.

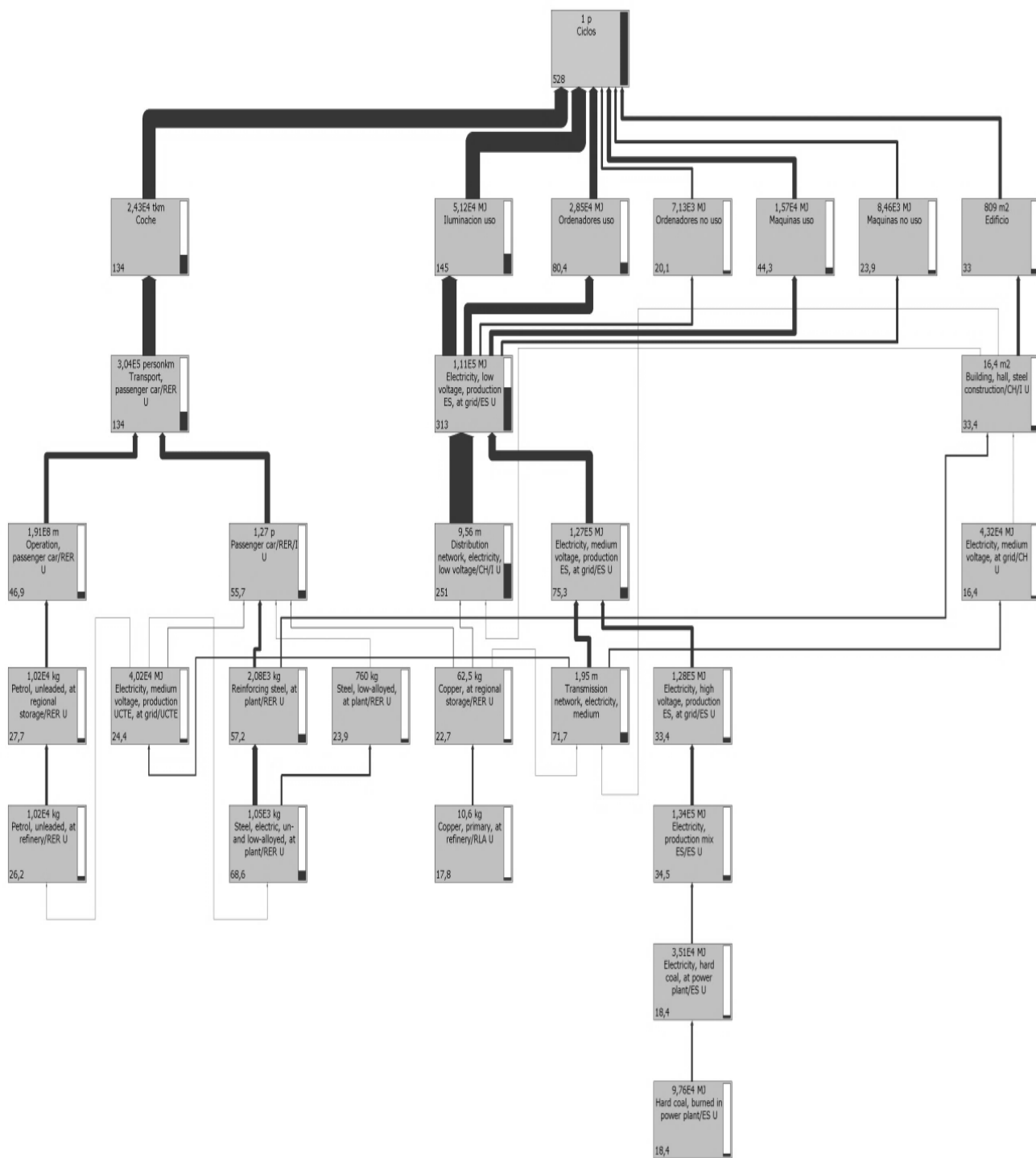


Figura 157 Árbol de la categoría de terrestre ecotoxicity en la etapa de Ciclos Formativos.

2.4.8 PHOTOCHEMICAL OXIDATION (KG C2H4)

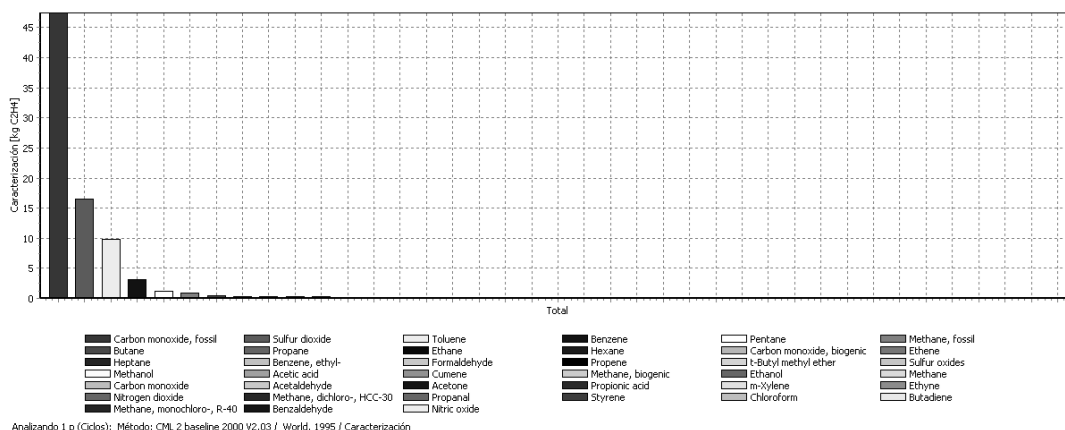


Figura 158 Emisiones de gases de photochemical oxidation en la etapa de Ciclos Formativos.

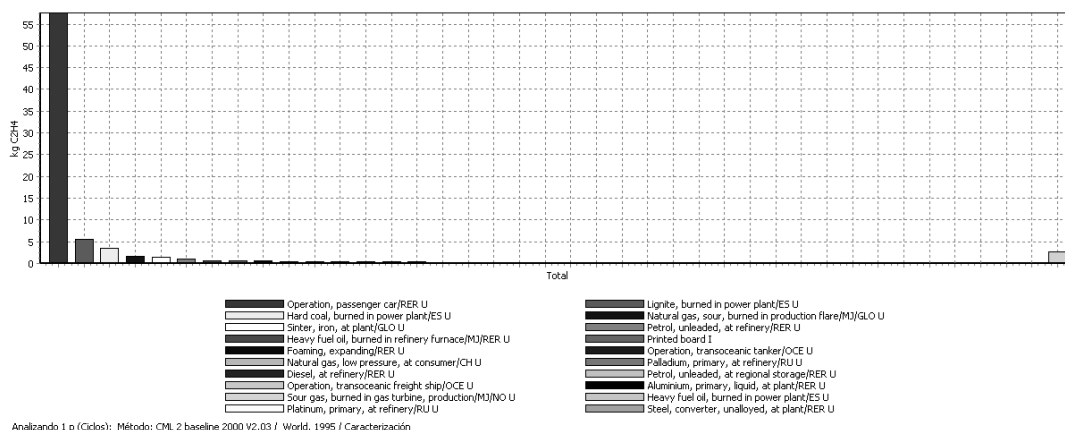


Figura 159 Contribución de procesos en photochemical oxidation en la etapa de Ciclos Formativos.

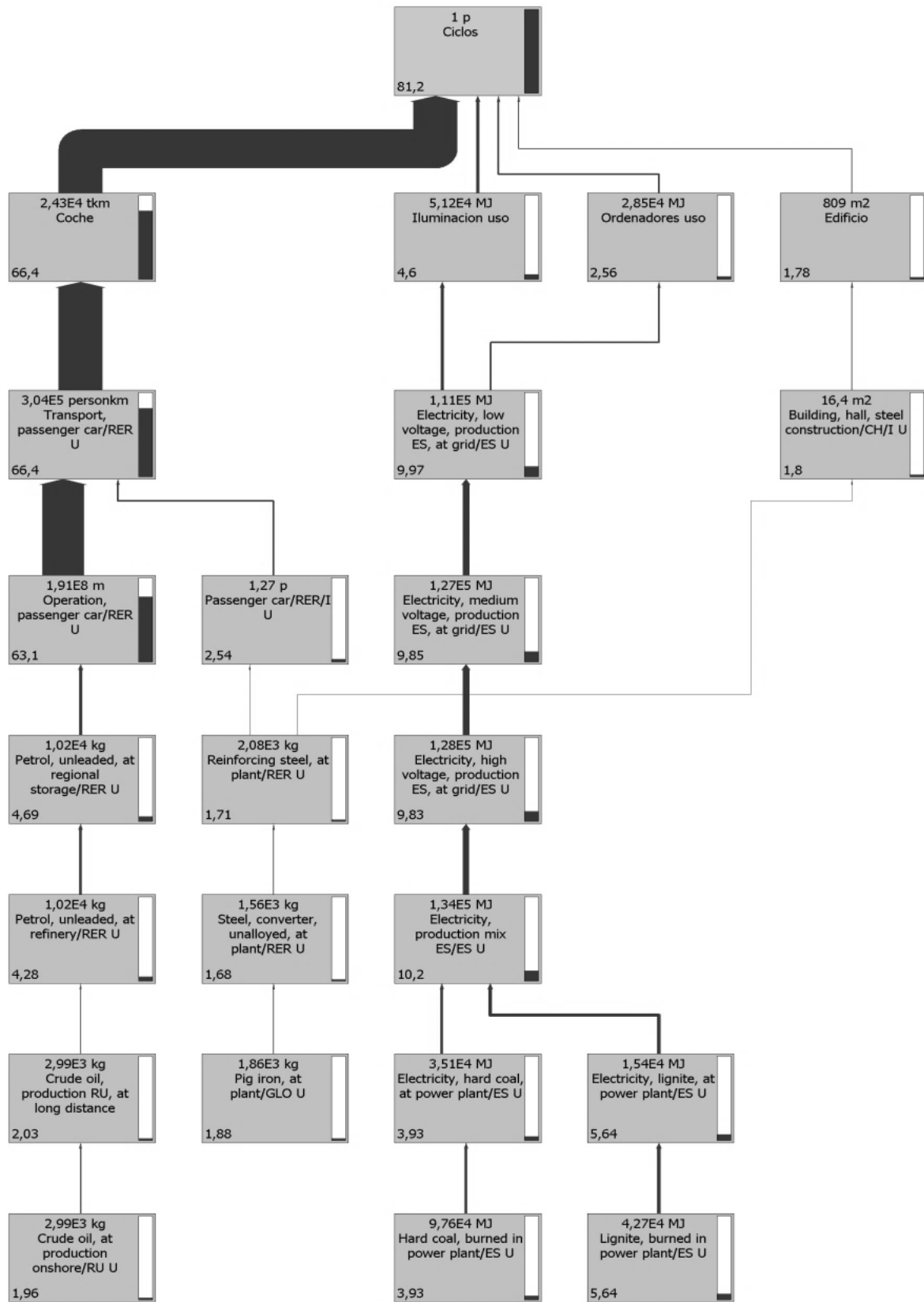
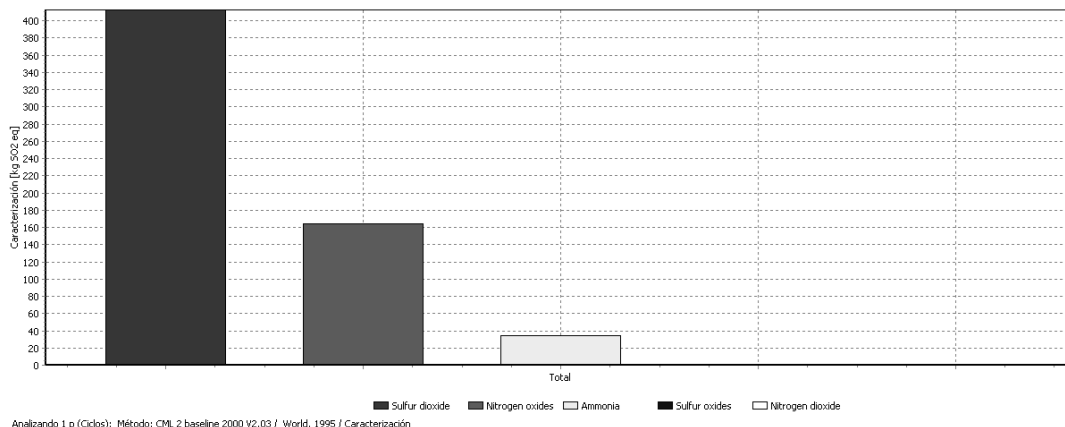


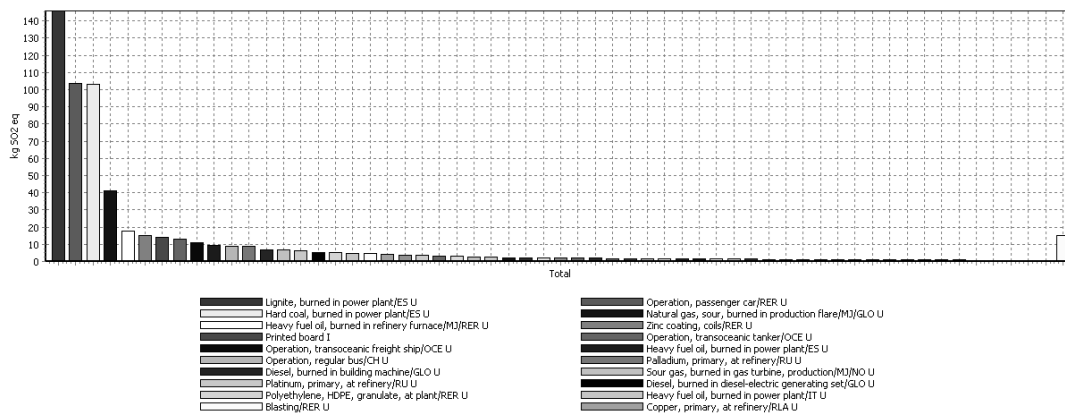
Figura 160 Árbol de la categoría de photochemical oxidation en la etapa de Ciclos Formativos.

2.4.9 ACIDIFICATION (KG SO2 EQ)



Analizando 1 p (Ciclos); Método: CML 2 baseline 2000 V2.03 / World, 1995 / Caracterización

Figura 161 Emisiones de gases de acidificación en la etapa de Ciclos Formativos.



Analizando 1 p (Ciclos); Método: CML 2 baseline 2000 V2.03 / World, 1995 / Caracterización

Figura 162 Contribución de procesos en acidificación en la etapa de Ciclos Formativos.

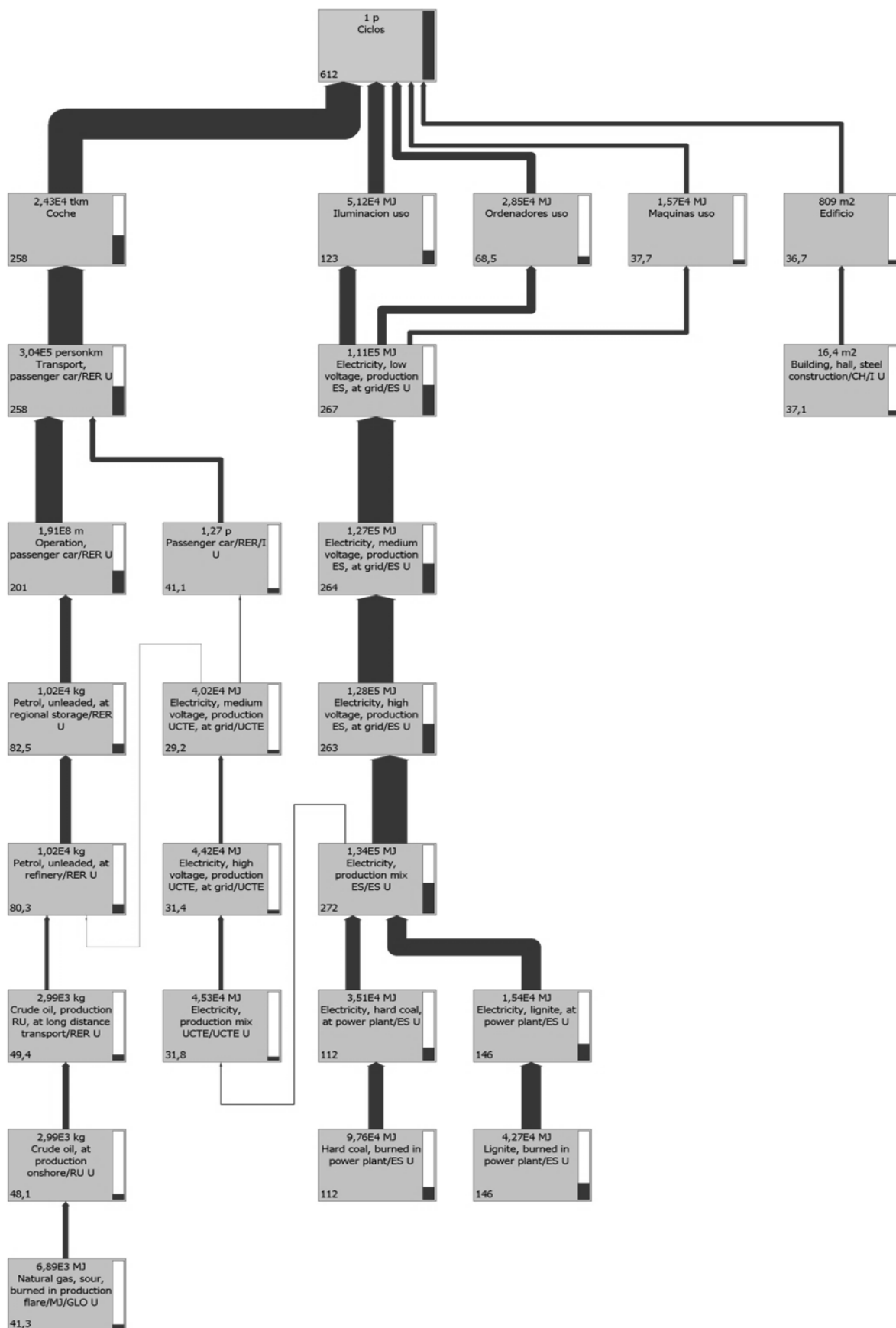


Figura 163 Árbol de la categoría de acidificación en la etapa de Ciclos Formativos.

2.4.10 EUTROPHICATION (KG PO4--- EQ)

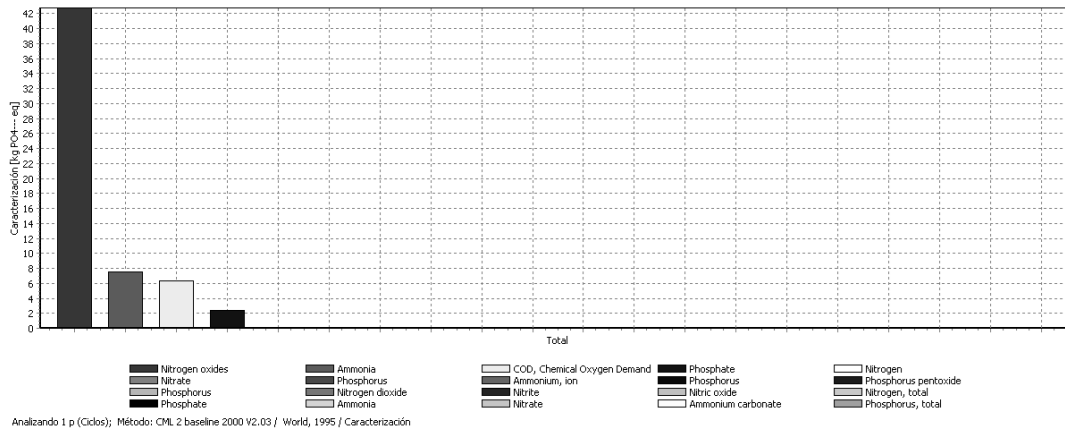


Figura 164 Emisiones de gases de eutrophication en la etapa de Ciclos Formativos.

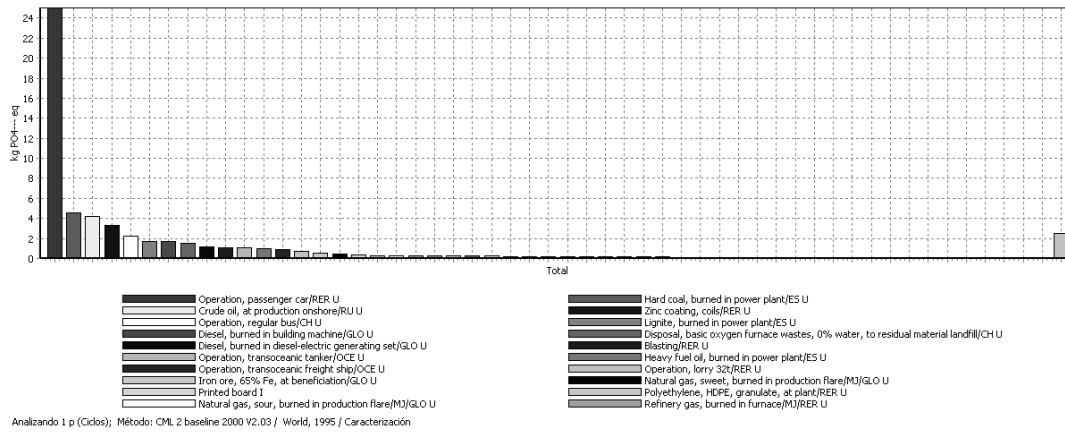


Figura 165 Contribución de procesos en eutrophication en la etapa de Ciclos Formativos.

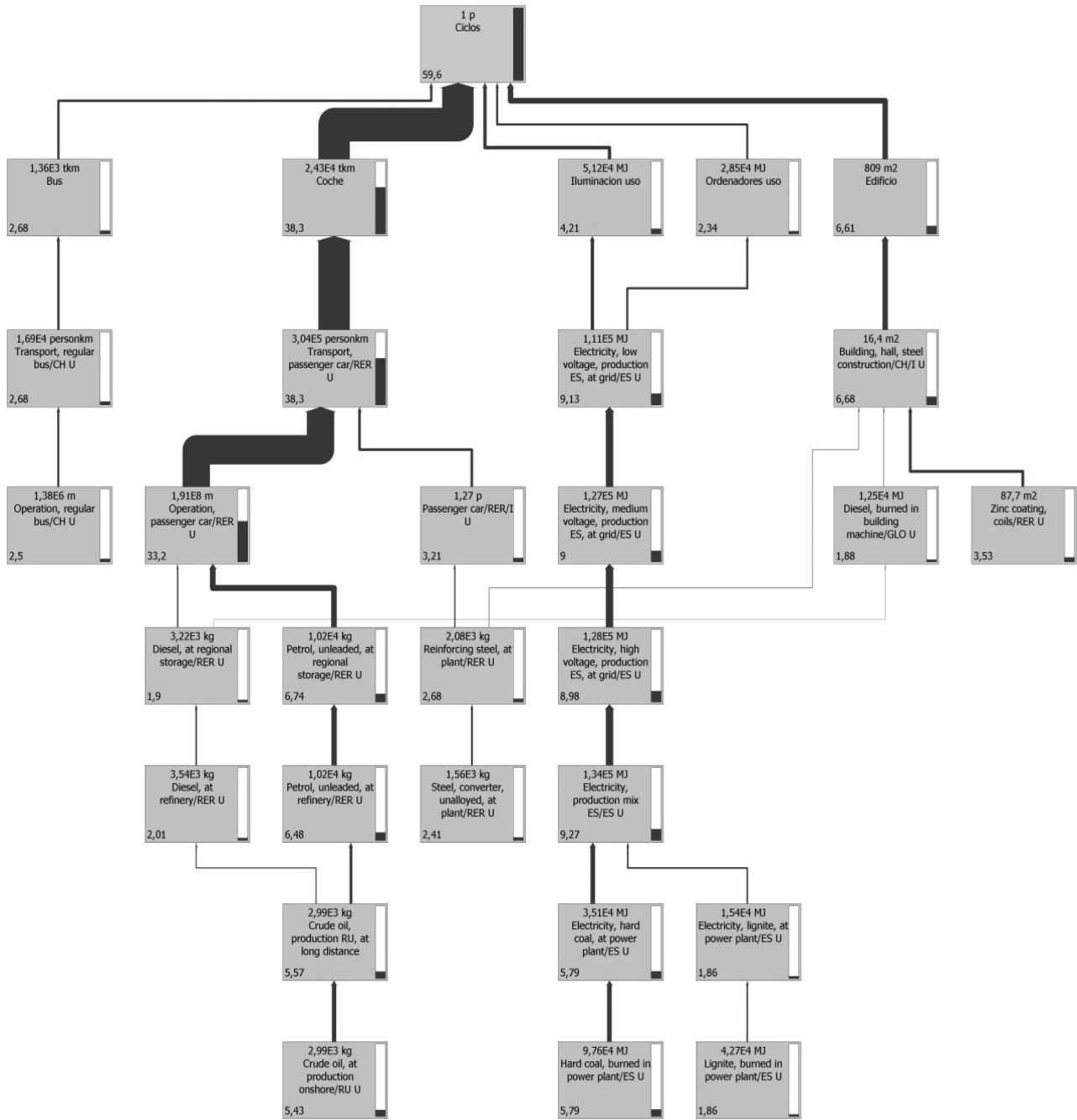


Figura 166 Árbol de la categoría de eutrophication en la etapa de Ciclos Formativos.



## 2.5 FORMACIÓN PROFESIONAL BÁSICA

Se estudiará la etapa de formación profesional básica con el inventario realizado. Para ello se analizan cada uno de los ítems del inventario para cada una de las categorías de impacto consideradas para este modelo base.

Tabla 68 Totales para las distintas categorías de impacto en la etapa de FP Básica

Categoría de impacto	Unidad	Total
abiotic depletion	kg Sb eq	131,4671
global warming (GWP100)	kg CO <sub>2</sub> eq	18883,81
ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	0,00193
human toxicity	kg 1,4-DB eq	12100,63
fresh water aquatic ecotox.	kg 1,4-DB eq	1383,427
marine aquatic ecotoxicity	kg 1,4-DB eq	7369280
terrestrial ecotoxicity	kg 1,4-DB eq	99,7669
photochemical oxidation	kg C2H4	13,97108
acidification	kg SO2 eq	117,2214
eutrophication	kg PO4--- eq	11,9281

El estudio detallado para cada uno de los análisis de las categorías de impacto medioambiental se detalla en las siguientes páginas, donde se comentan los gráficos únicamente para el modelo de *Global Warming*, exponiendo el resto de información como información complementaria a este modelo para que sirva de referencia en futuras investigaciones para distintas comparativas entre categorías ambientales.

2.5.1 ABIOTIC DEPLETION (KG SB EQ)

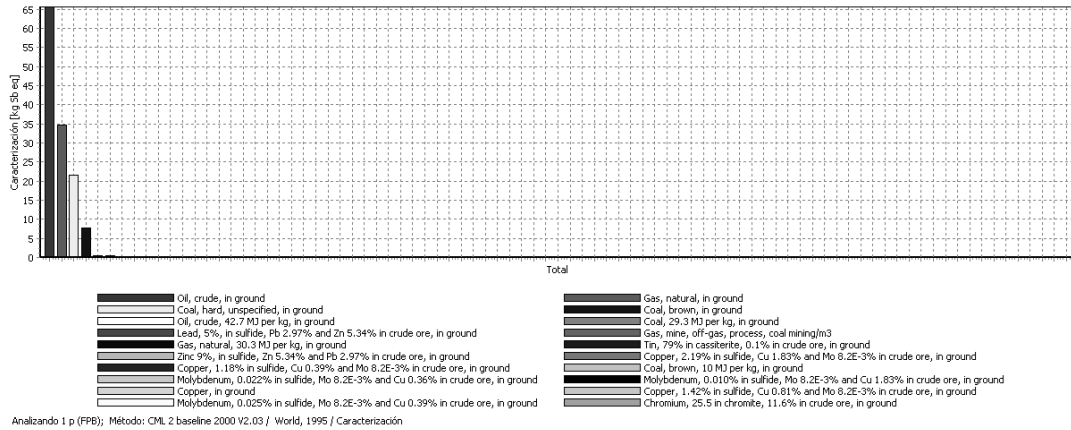


Figura 167 Emisiones de gases de abiotico depletion en la etapa de FPB.

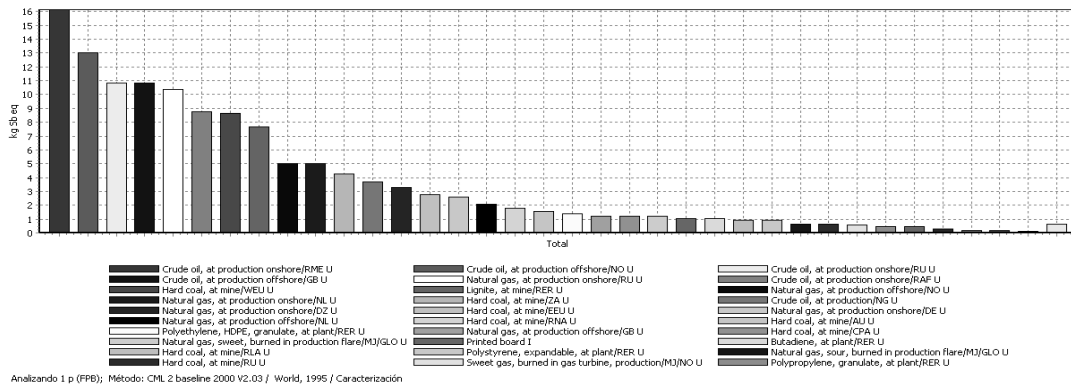


Figura 168 Contribución de procesos en abiotico depletion en la etapa de FPB.

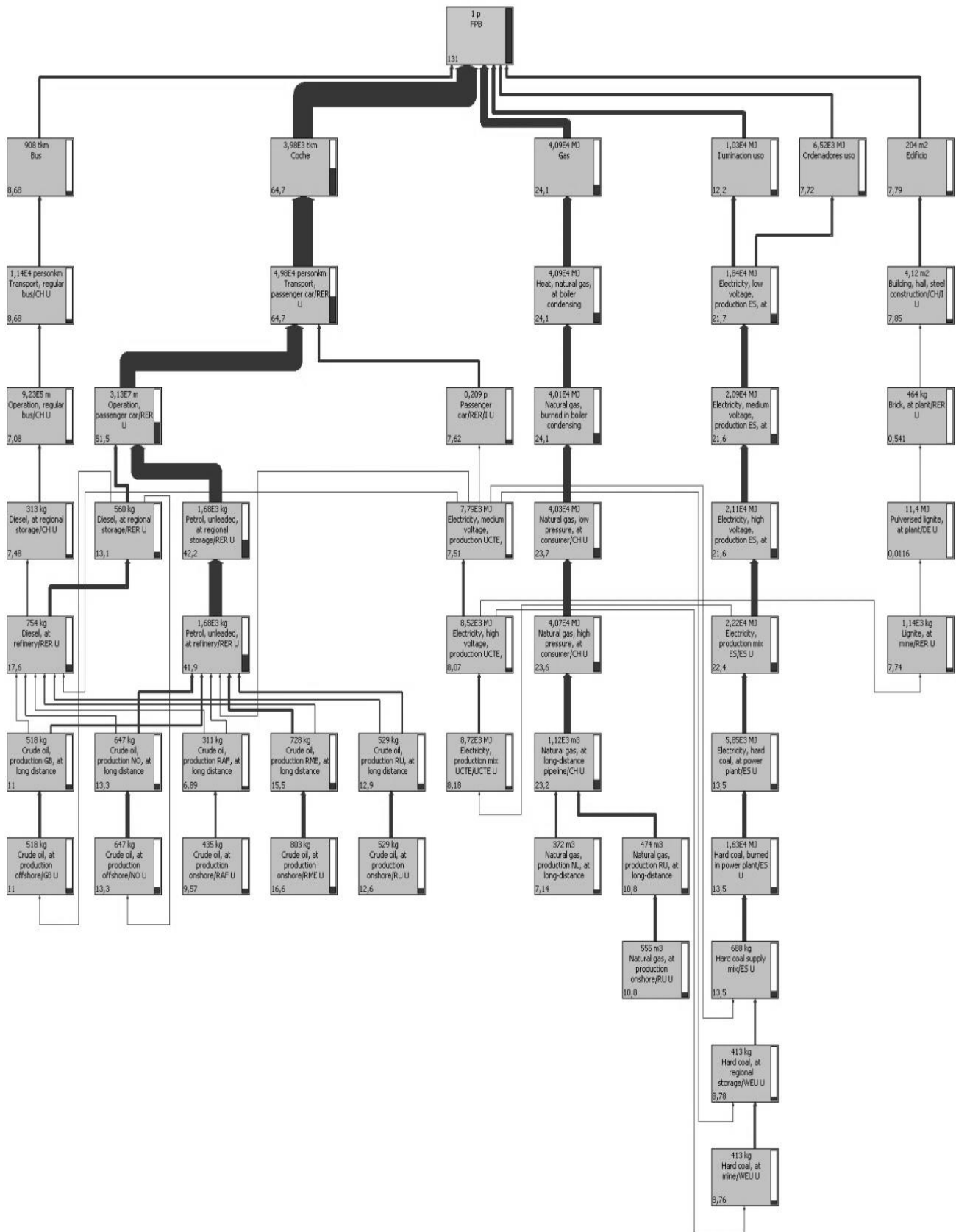


Figura169 Árbol de la categoría de abiotic depletion en la etapa de FPB.

2.5.2 GLOBAL WARMING (GWP100) EN KG CO<sub>2</sub> EQ

Y se observa que el gas emitido más contributivo al impacto en este caso es el CO<sub>2</sub> como se muestra en la siguiente Figura 170.

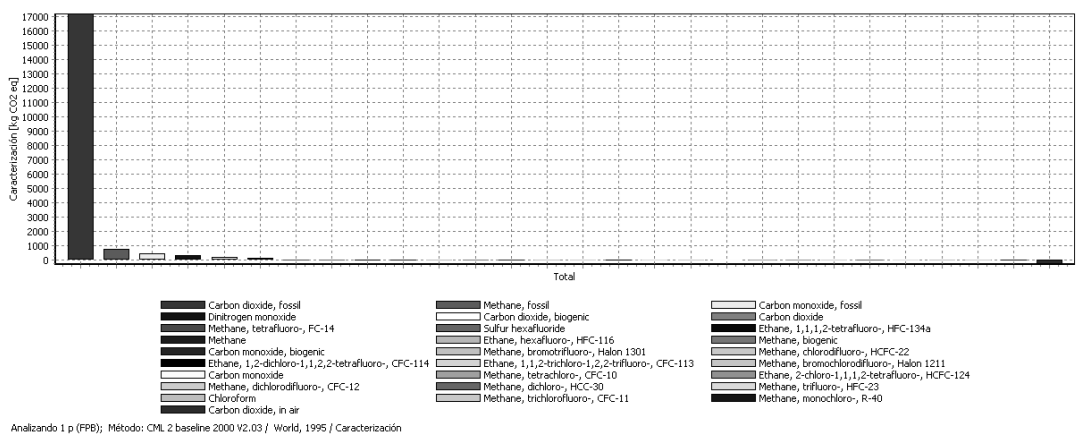


Figura 170 Emisiones de gases de global warming (GWP100) en la etapa de FPB.

Considerando el impacto de emisiones de CO<sub>2</sub> emitidas a la atmosfera, y evaluando el ICV con el valor de carbono equivalente, se destacan el valor de vehículos de pasajeros sobre el resto de procesos productivos de los ítems considerados, como se observa en la siguiente Figura 51Figura 171.

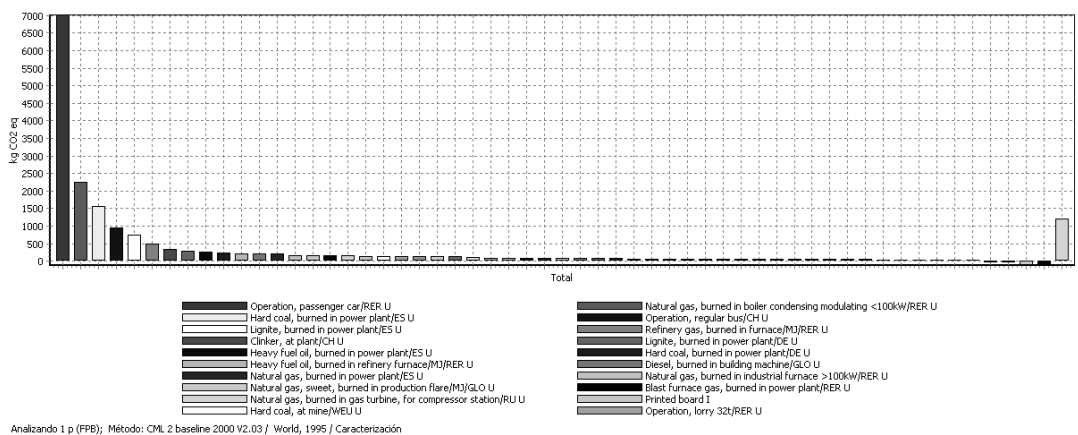


Figura 171 Contribución de procesos en global warming (GWP100) en la etapa de FPB.

En la etapa educativa de FP Básica están los alumnos de edades menores que en los ciclos formativos, pero son más autónomos que en las etapas de educación obligatoria. La jornada lectiva esta en horario continuo. Consumen bastante en los talleres y su desplazamiento conlleva el transporte de pesos medios en

distancias más largas que en etapas anteriores. El espacio que ocupan es grande, puesto que así lo demuestran los metros cuadrados necesarios para esta etapa con el uso de talleres, y de esta misma forma el consumo energético. Los alumnos de esta etapa son bastante independientes en cuanto a desplazamientos se refiere. Los resultados de impacto según las distintas contribuciones del ICV se muestran en la siguiente Figura 172

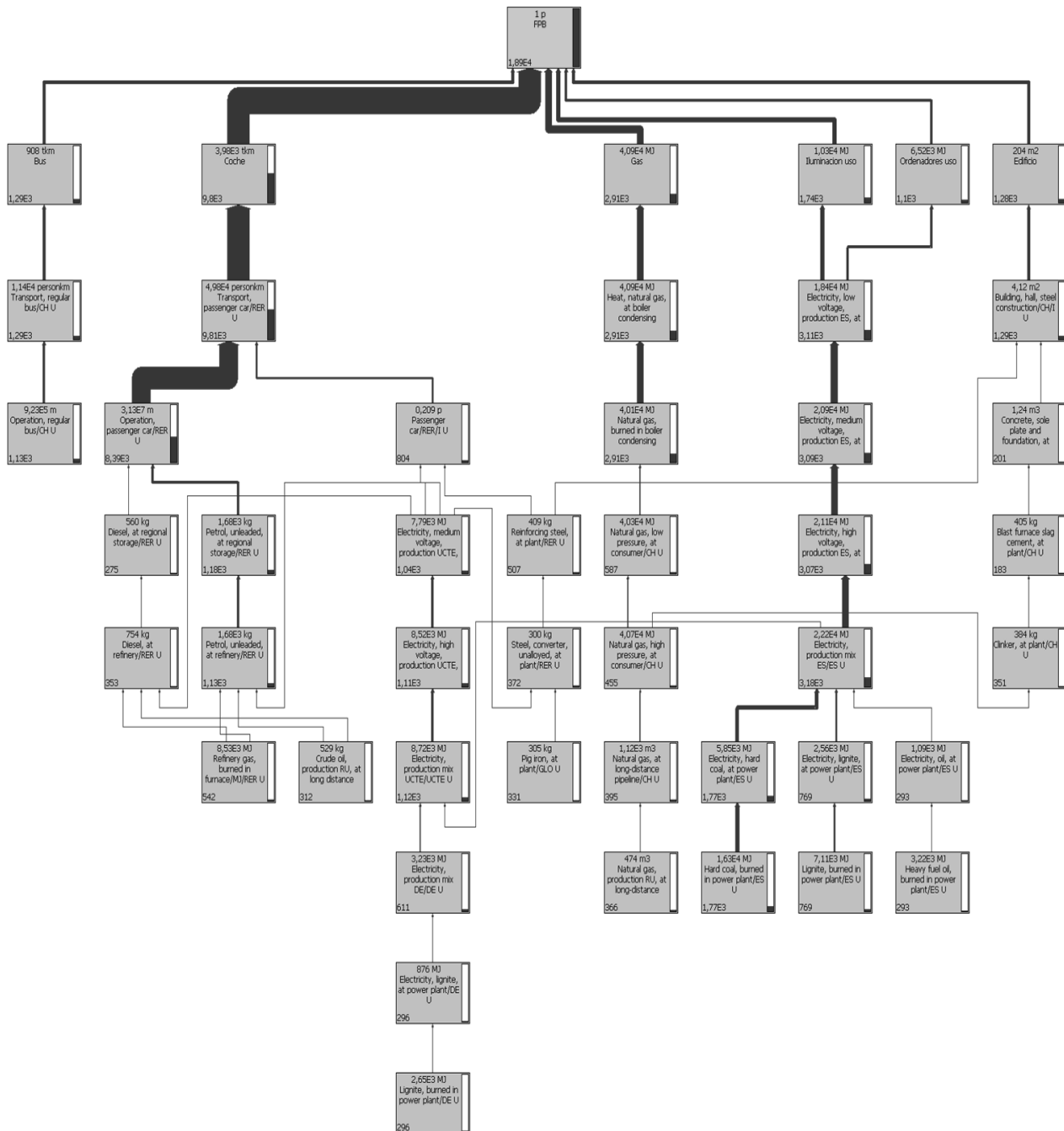


Figura 172 Árbol de la categoría de global warming (GWP100) en la etapa de FPB.

2.5.3 OZONE LAYER DEPLETION (ODP) EN KG CFC-11 EQ

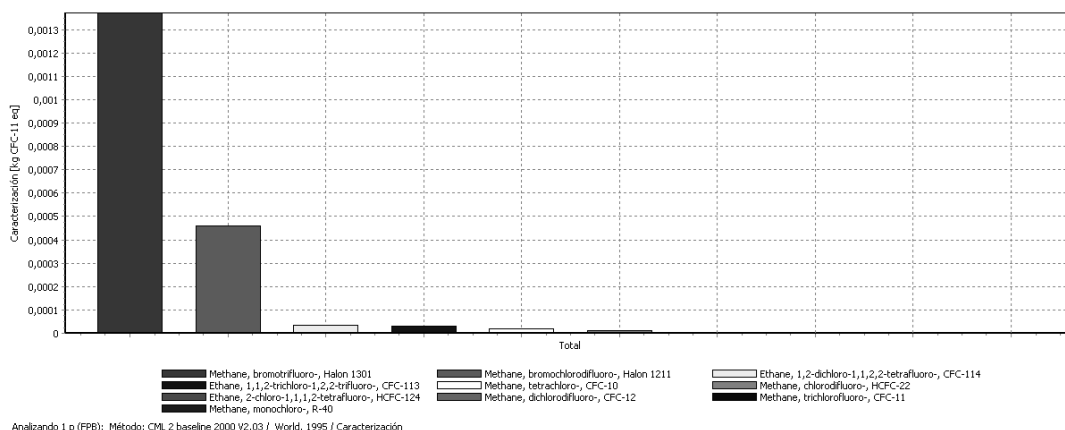


Figura 173 Emisiones de gases de ozone layer depletion en la etapa de FPB.

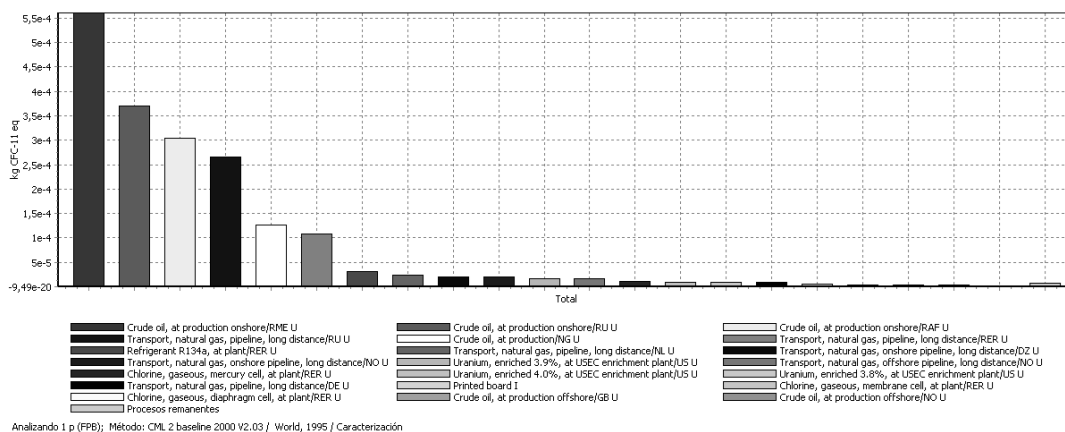


Figura 174 Contribución de procesos en ozone layer depletion en la etapa de FPB.

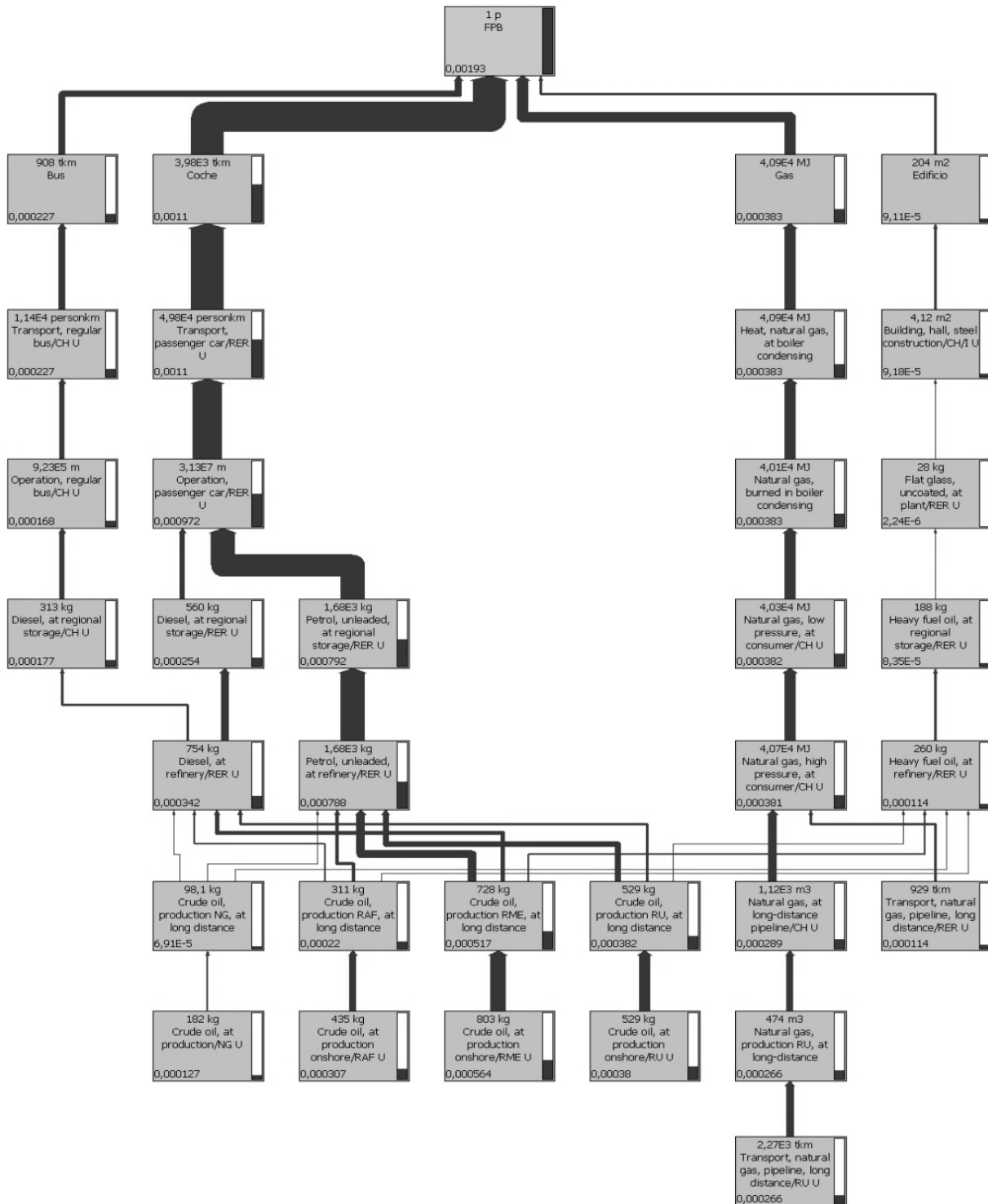


Figura 175 Árbol de la categoría de ozono layer depletion en la etapa de FPB.

2.5.4 HUMAN TOXICITY EN KG 1,4-DB EQ

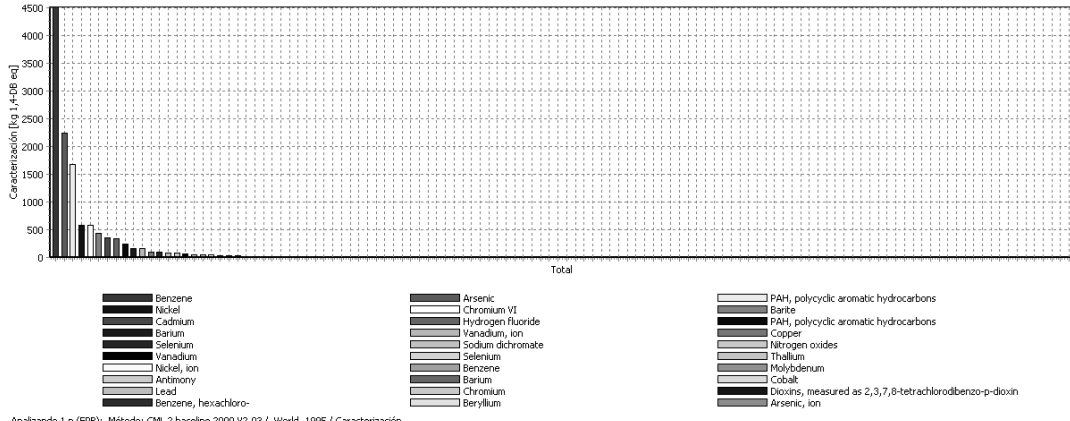


Figura 176 Emisiones de gases de human toxicity en la etapa de FPB.

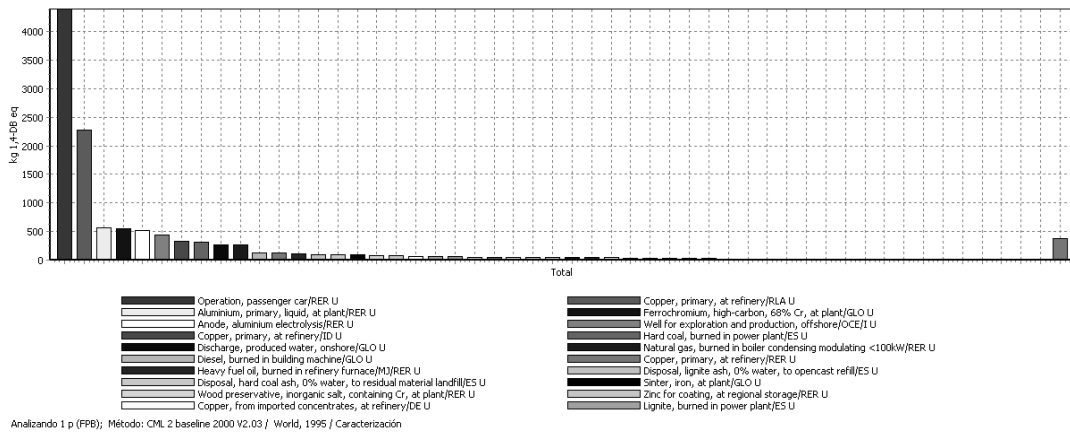


Figura 177 Contribución de procesos en human toxicity en la etapa de FPB.



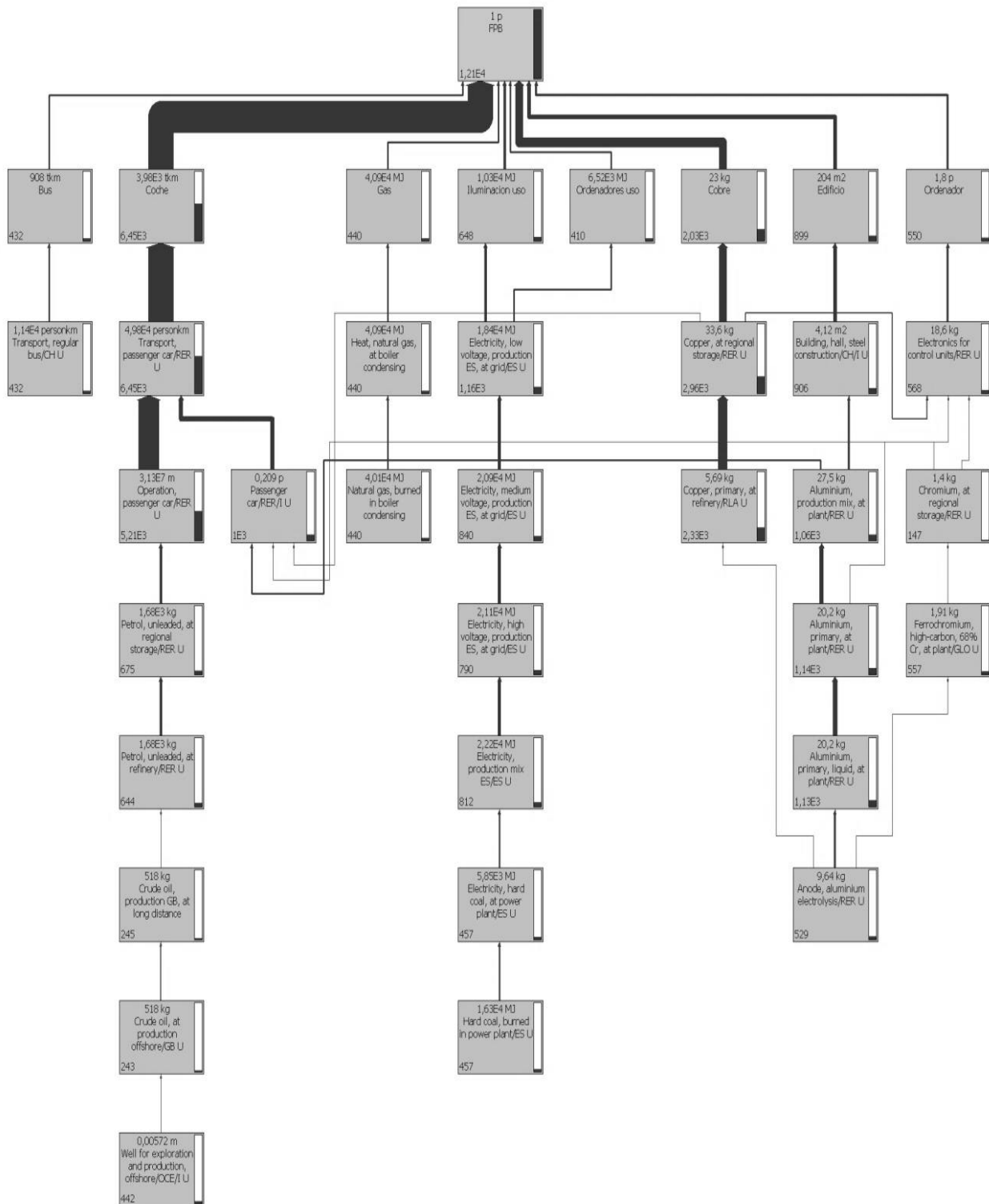


Figura 178 Árbol de la categoría de human toxicity en la etapa de FPB.

2.5.5 FRESH WATER AQUATIC ECOTOX. EN KG 1,4-DB EQ

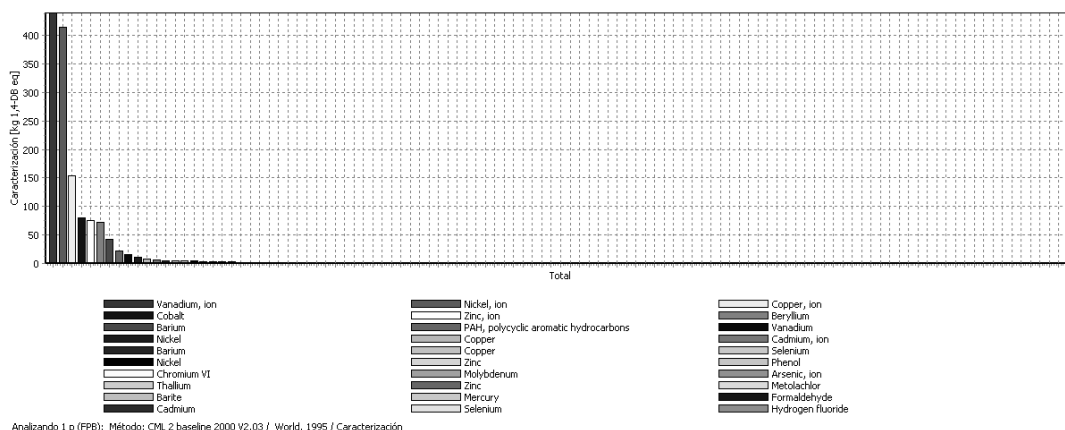


Figura 179 Emisiones de gases de fresh water aquatic ecotox en la etapa de FPB.

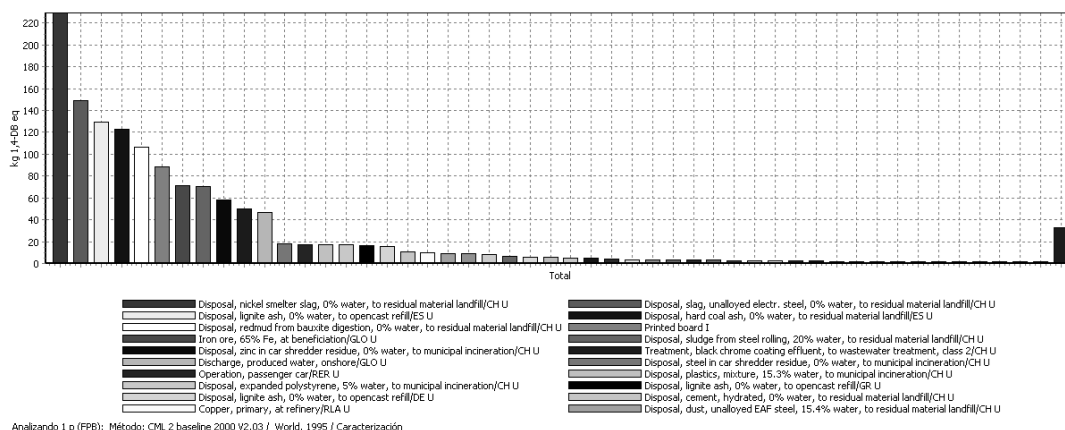


Figura 180 Contribución de procesos en fresh water aquatic ecotox en la etapa de FPB.

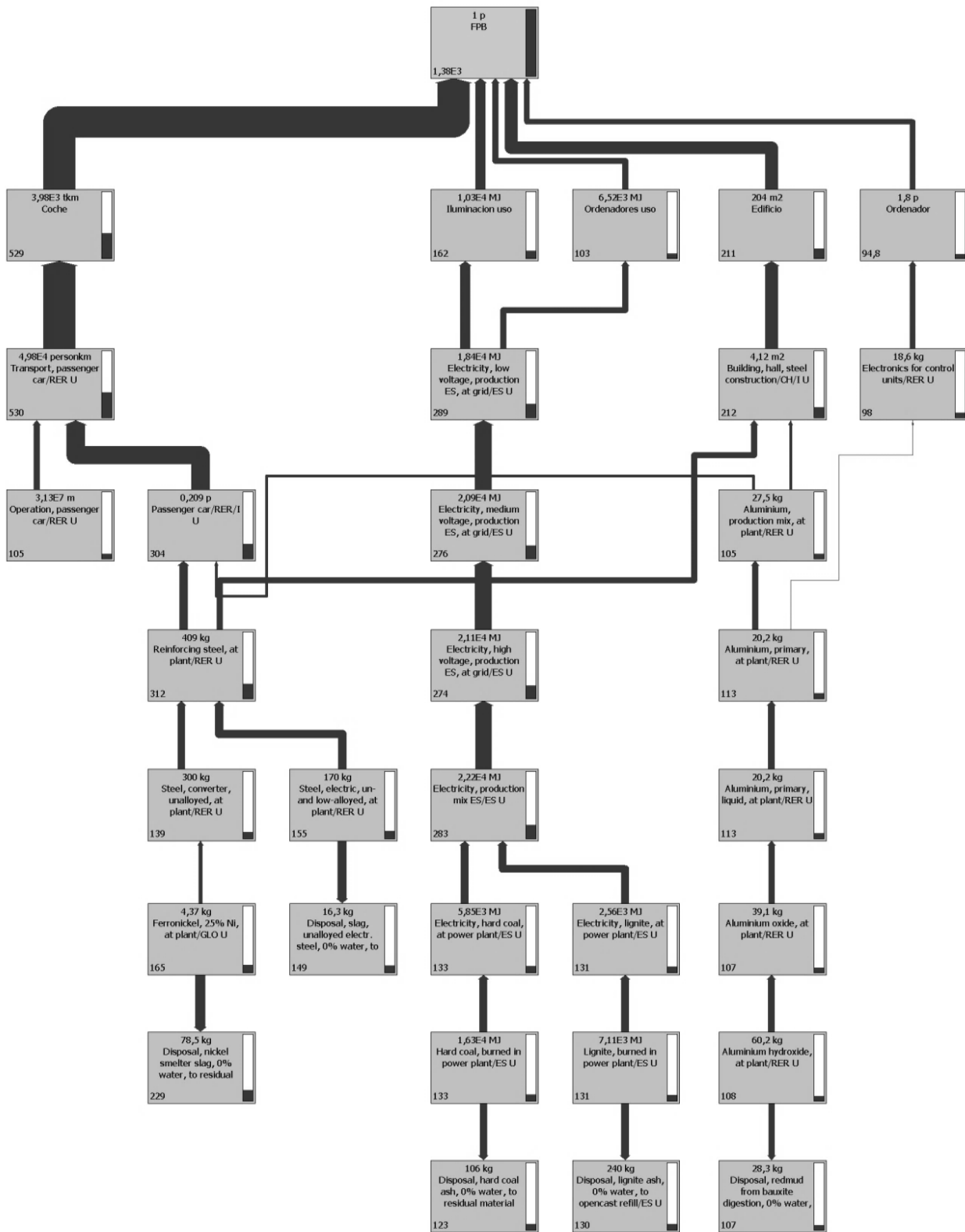


Figura 181 Árbol de la categoría de fresh water aquatic ecotox en la etapa de FPB.

2.5.6 MARINE AQUATIC ECOTOXICITY (KG 1,4-DB EQ)

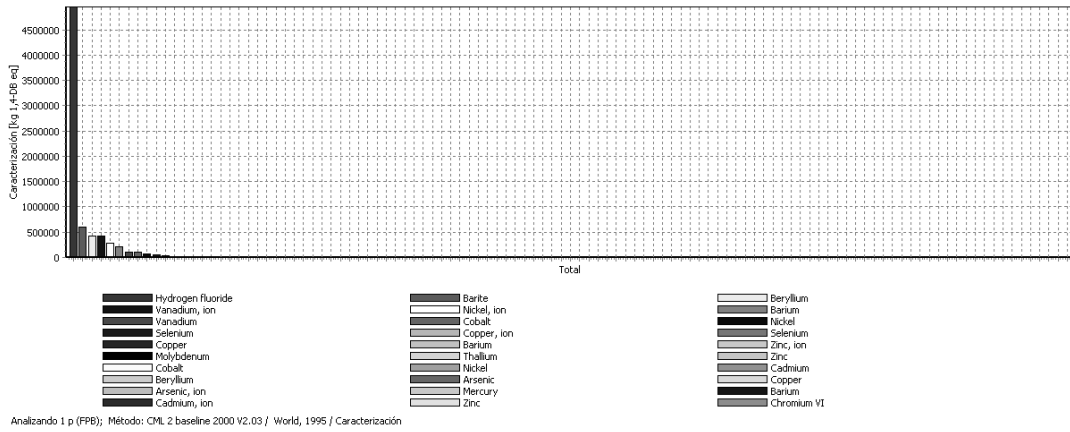


Figura 182 Emisiones de gases de marine aquatic ecotoxicity en la etapa de FPB.

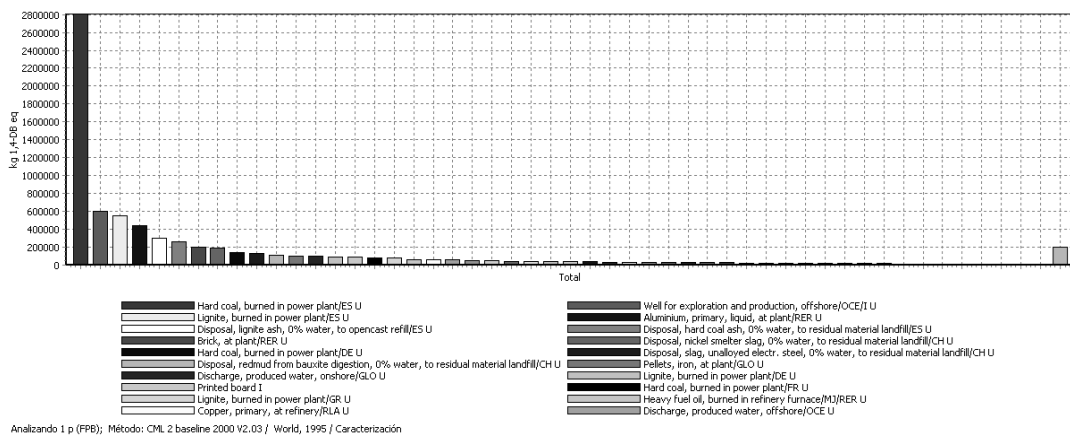


Figura 183 Contribución de procesos en marine aquatic ecotoxicity en la etapa de FPB.

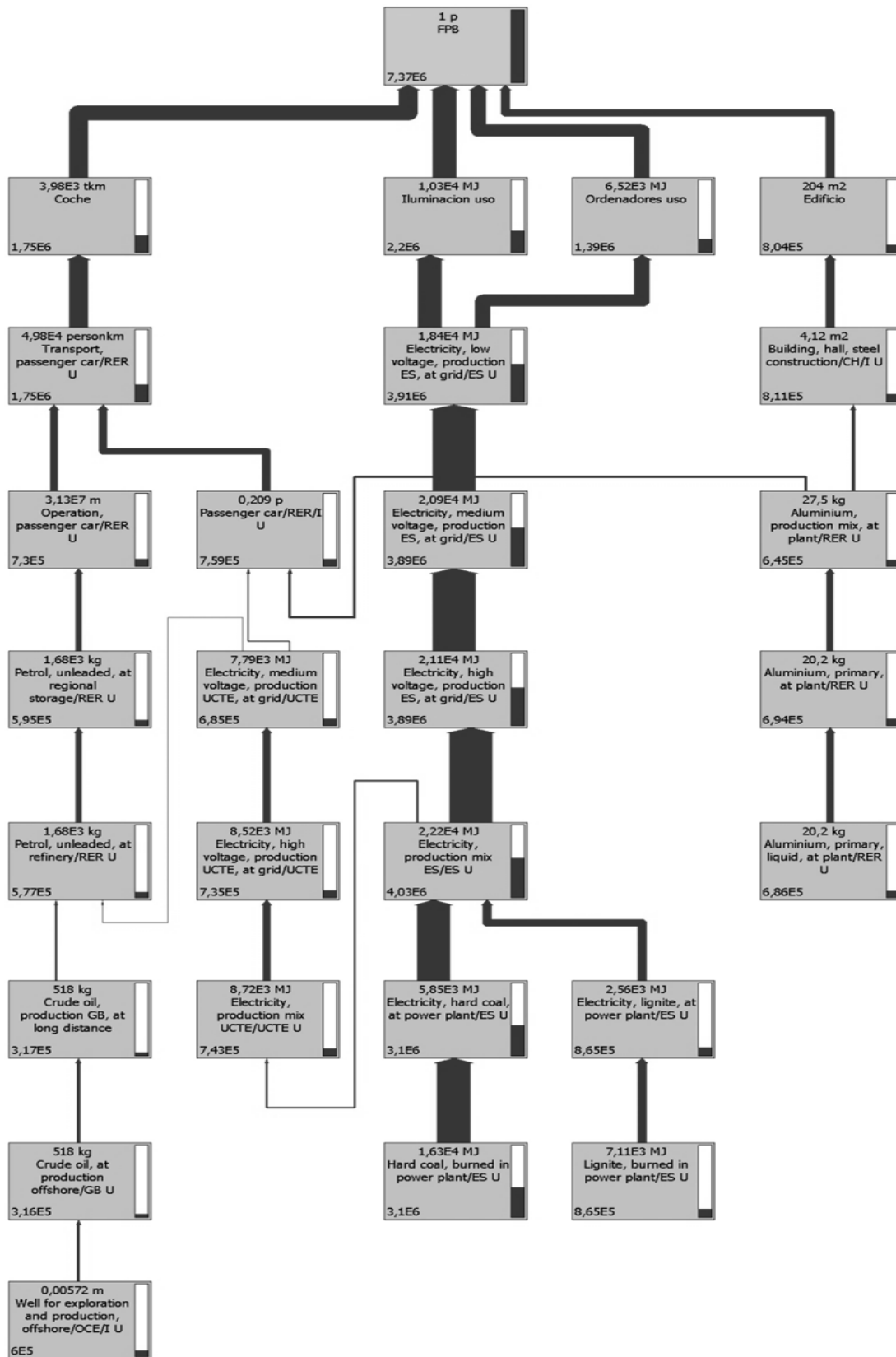


Figura 184 Árbol de la categoría de marine aquatic ecotoxicity en la etapa de FPB.

2.5.7 TERRESTRIAL ECOTOXICITY (KG 1,4-DB EQ)

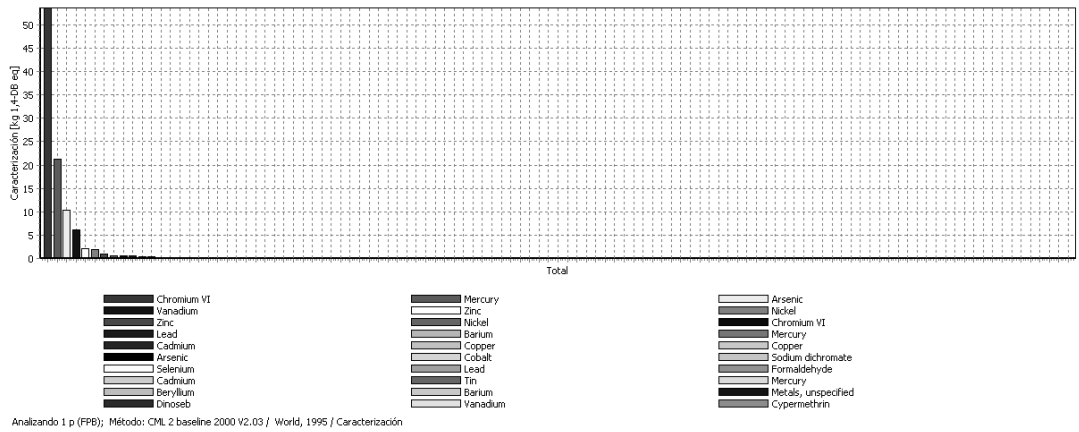


Figura 185 Emisiones de gases de terrestre ecotoxicity en la etapa de FPB.

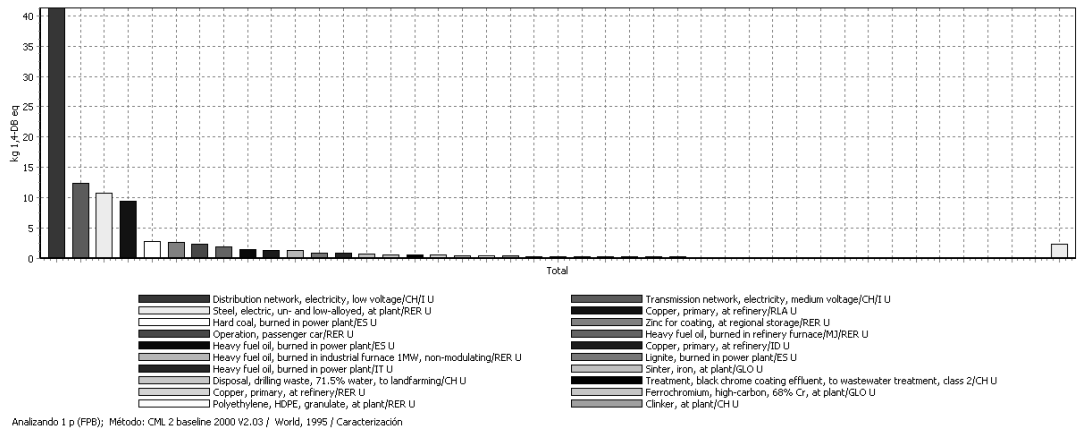


Figura 186 Contribución de procesos en terrestre ecotoxicity en la etapa de FPB.

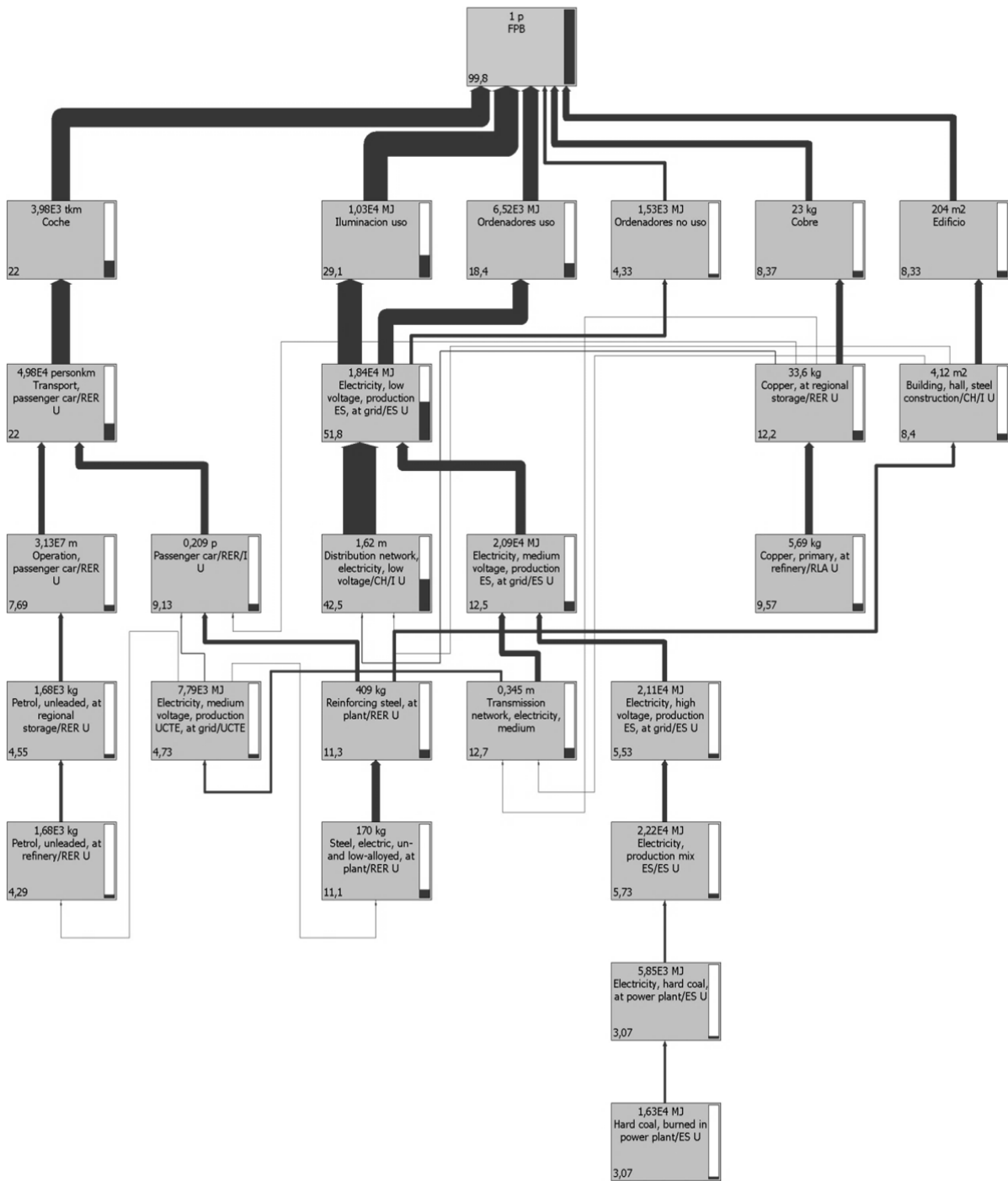


Figura 187 Árbol de la categoría de terrestre ecotoxicity en la etapa de FPB.

2.5.8 PHOTOCHEMICAL OXIDATION (KG C2H4)

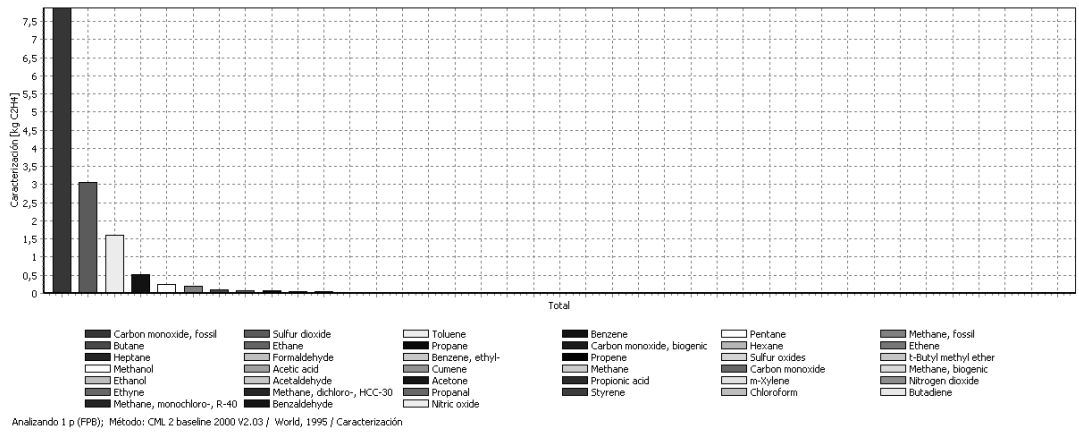


Figura 188 Emisiones de gases de photochemical oxidation en la etapa de FPB.

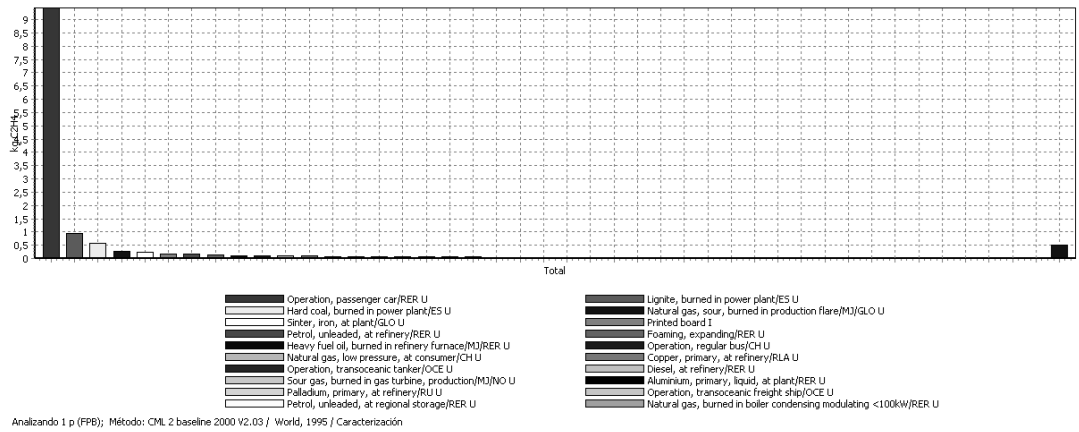


Figura 189 Contribución de procesos en photochemical oxidation en la etapa de FPB.



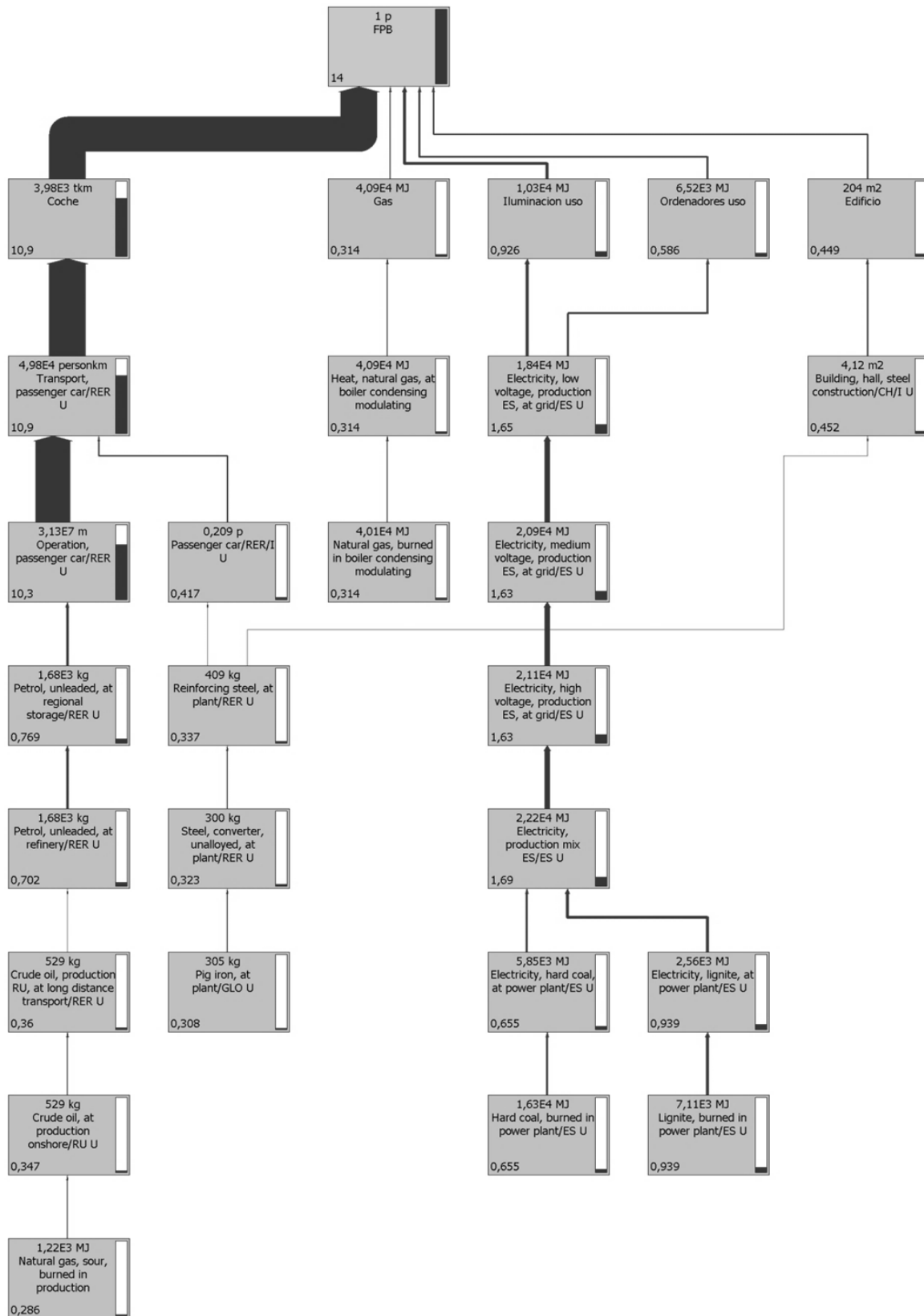


Figura 190 Árbol de la categoría de photochemical oxidation en la etapa de FPB.

2.5.9 ACIDIFICATION (KG SO2 EQ)

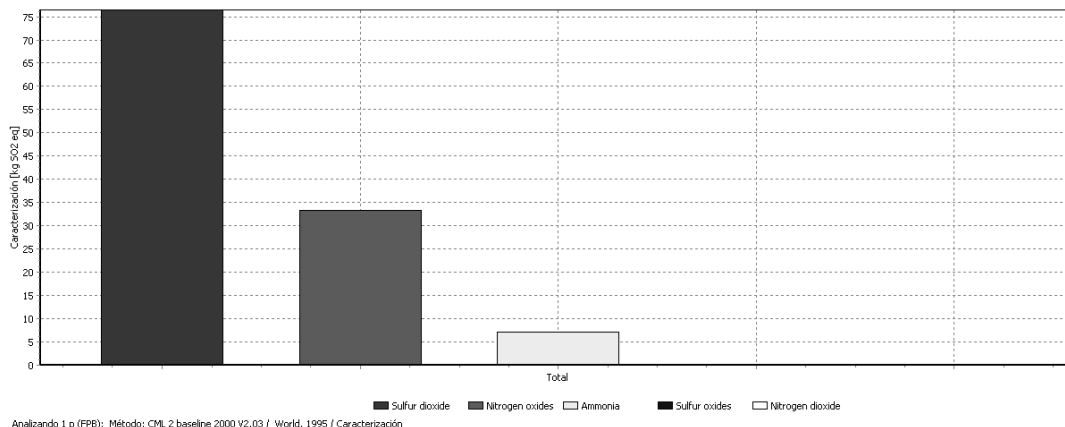


Figura 191 Emisiones de gases de acidification en la etapa de FPB.

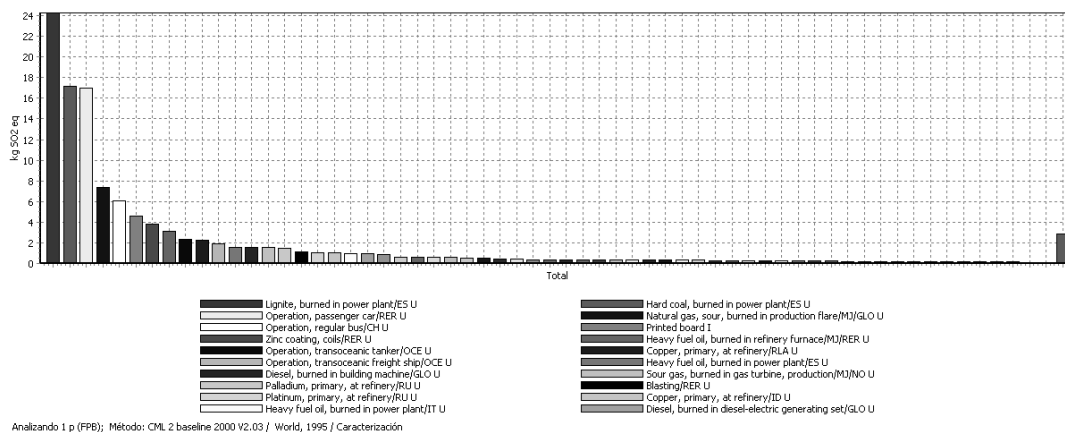


Figura 192 Contribución de procesos en acidification en la etapa de FPB.

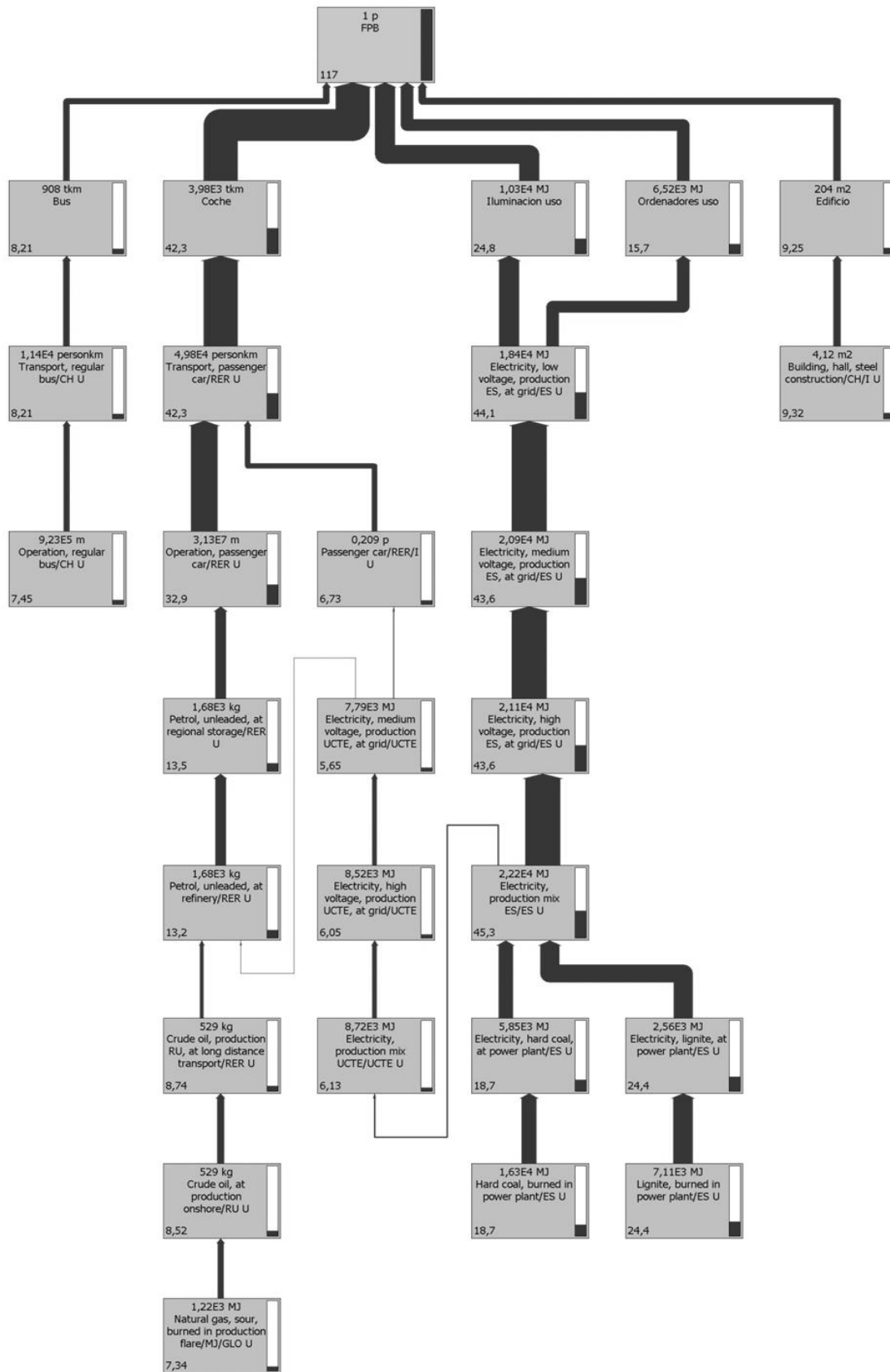


Figura 193 Árbol de la categoría de acidification en la etapa de FPB.

2.5.10 EUTROPHICATION (KG PO4--- EQ)

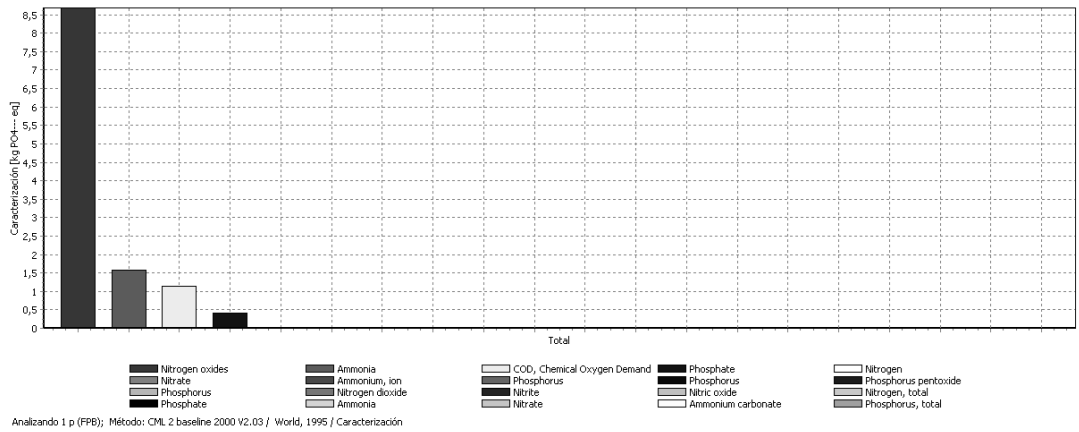


Figura 194 Emisiones de gases de eutrophication en la etapa de FPB.

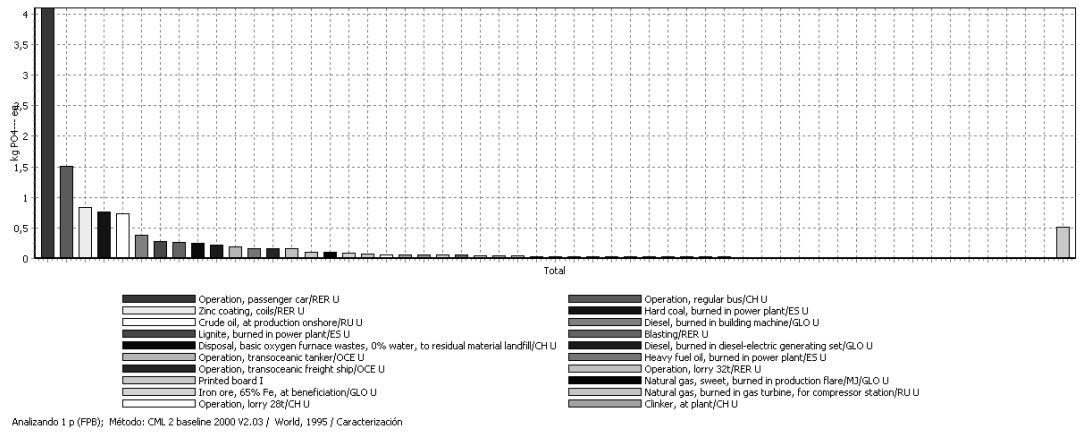


Figura 195 Contribución de procesos en eutrophication en la etapa de FPB.

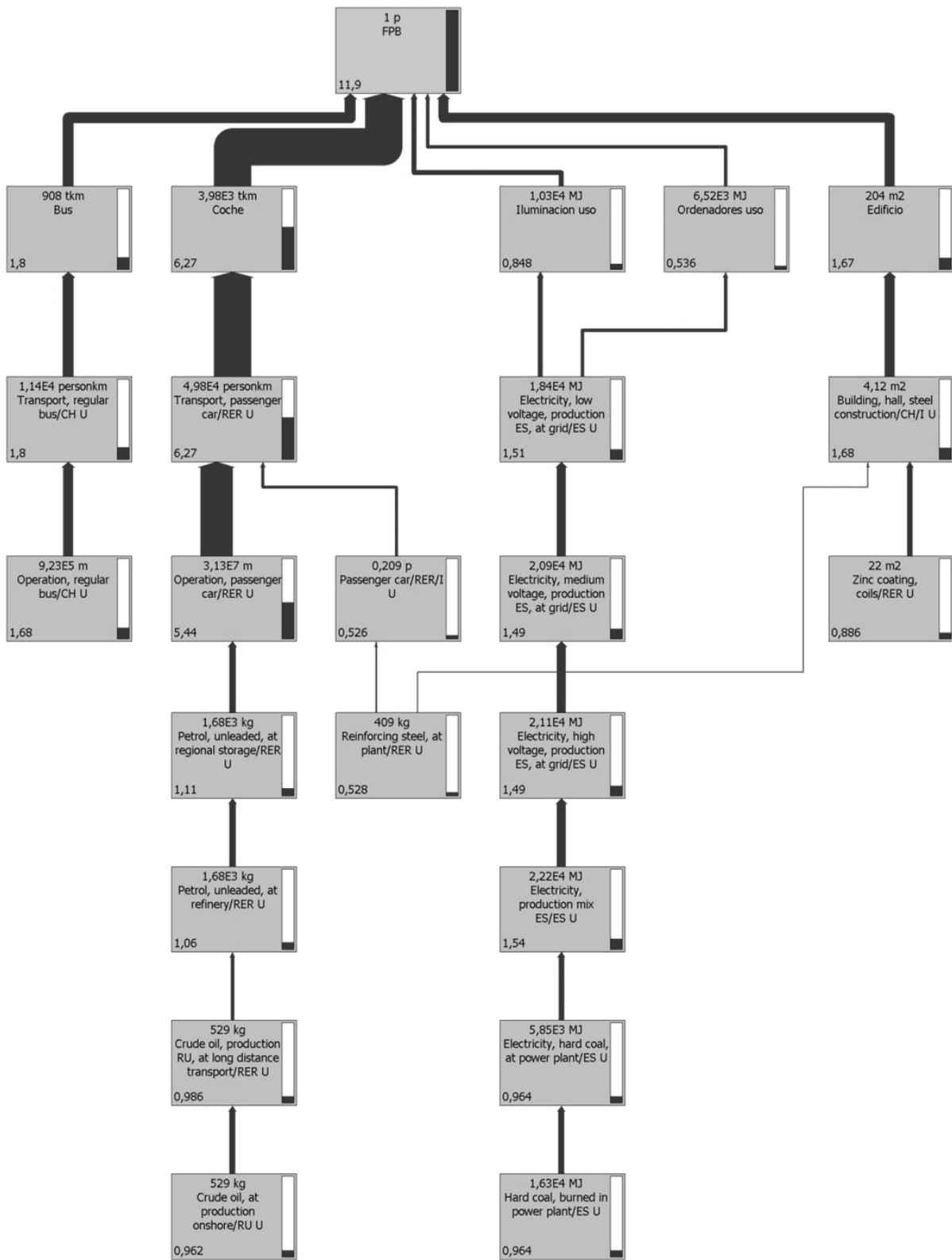


Figura 196 Árbol de la categoría de eutrophication en la etapa de FPB.

## 2.6 COMPARATIVAS ENTRE ETAPAS SEGÚN CATEGORÍAS

Para las diferentes categorías se han realizado la comparativa entre las distintas etapas formativas para las distintas categorías ambientales para este modelo base de estudio.

Para cada una de las caegorias se ha considerado tanto el resultado total de cada una de las etapas como el individual de cada uno de los individuos de cada una de ellas. El estudio detallado para cada uno de los análisis de las categorías de impacto medioambiental se detalla únicamente para el modelo de *Global Warming*, exponiendo el resto de información como información complementaria a este modelo para que sirva de referencia en futuras investigaciones para distintas comparativas entre categorías ambientales.

2.6.1 ABIOTIC DEPLETION

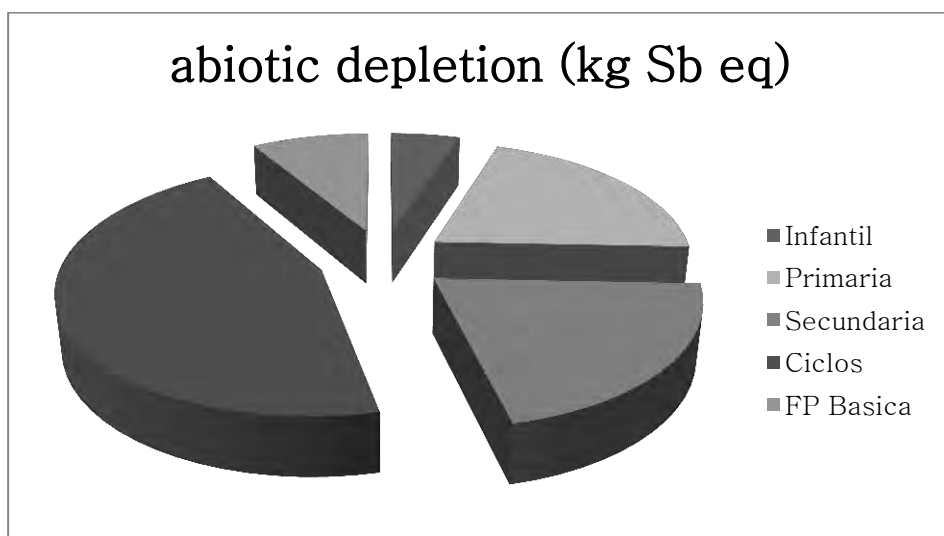


Figura 197 Comparativa total entre etapas para la categoría de Abiotic depletion.

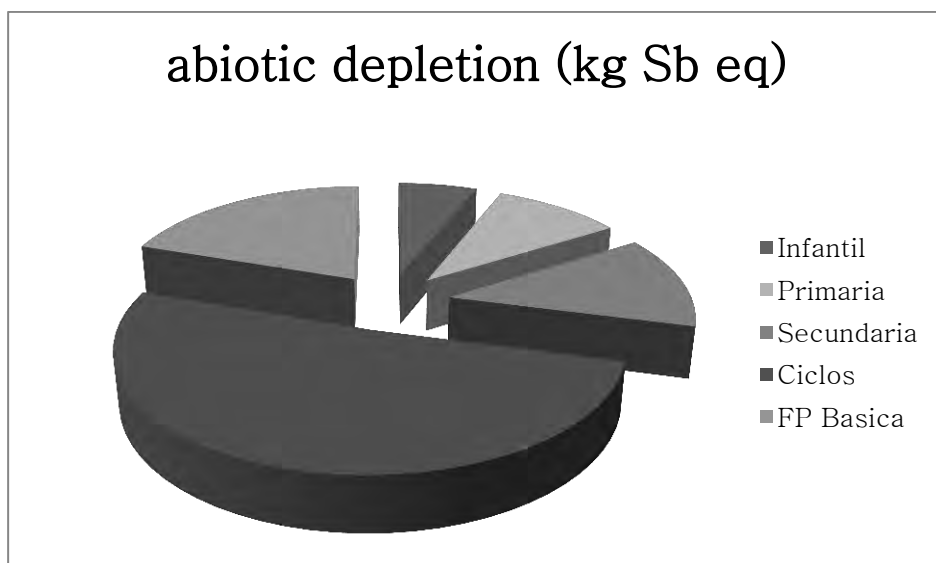


Figura 198 Comparativa por individuo entre etapas para la categoría de Abiotic depletion.

2.6.2 GLOBAL WARMING (GWP100)

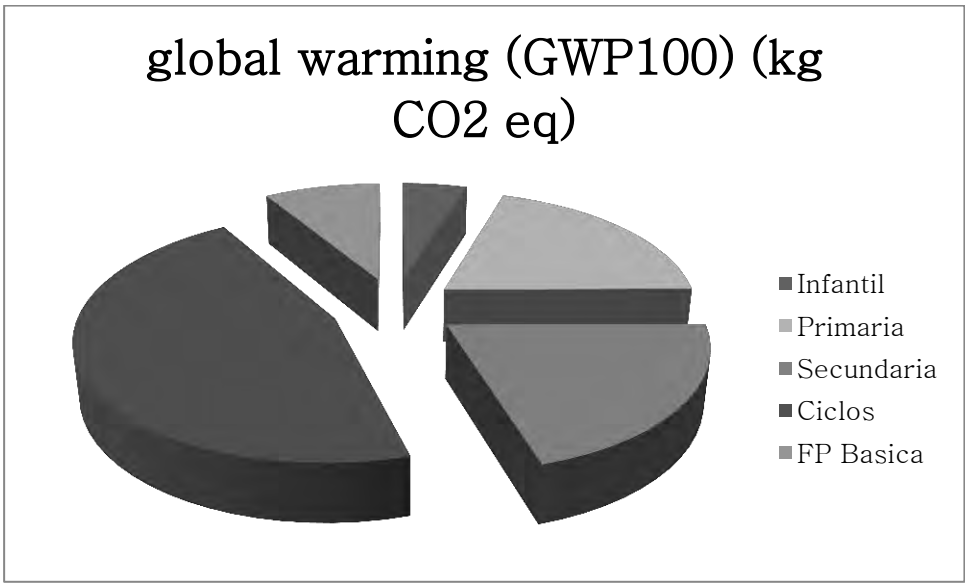


Figura 199 Comparativa total entre etapas para la categoría de Global warming.

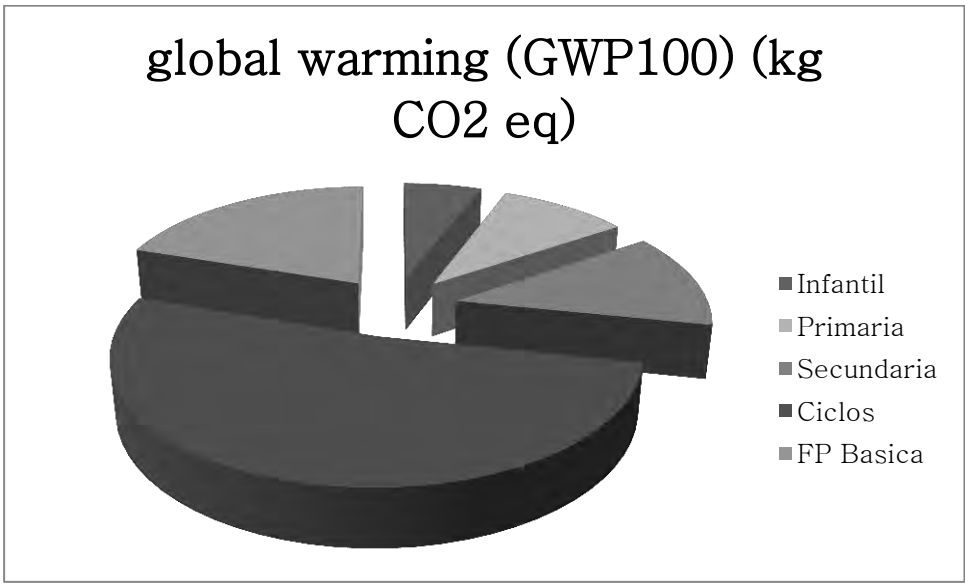


Figura 200 Comparativa por individuo entre etapas para la categoría de Global warming.



2.6.3 OZONE LAYER DEPLETION (ODP)

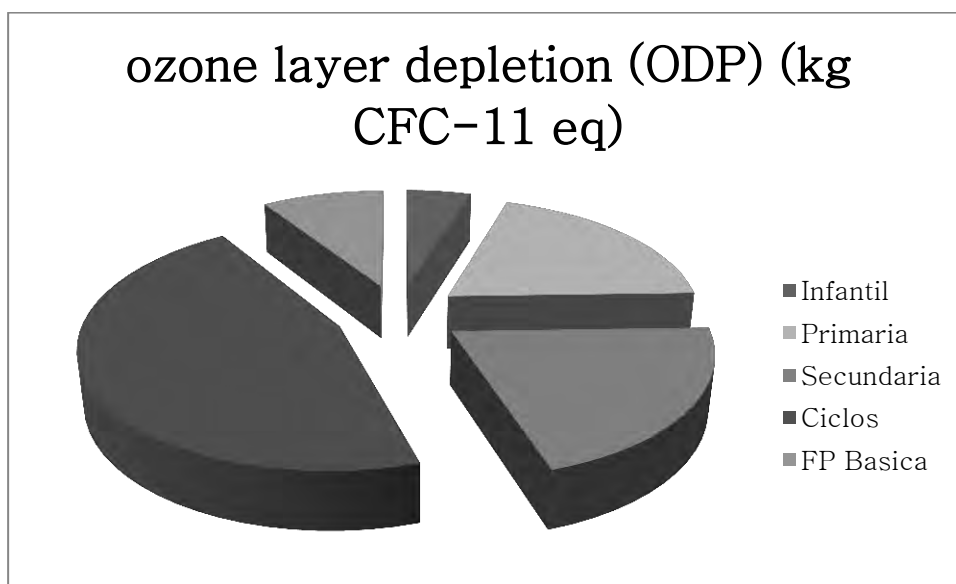


Figura 201 Comparativa total entre etapas para la categoría de Ozone layer depletion.

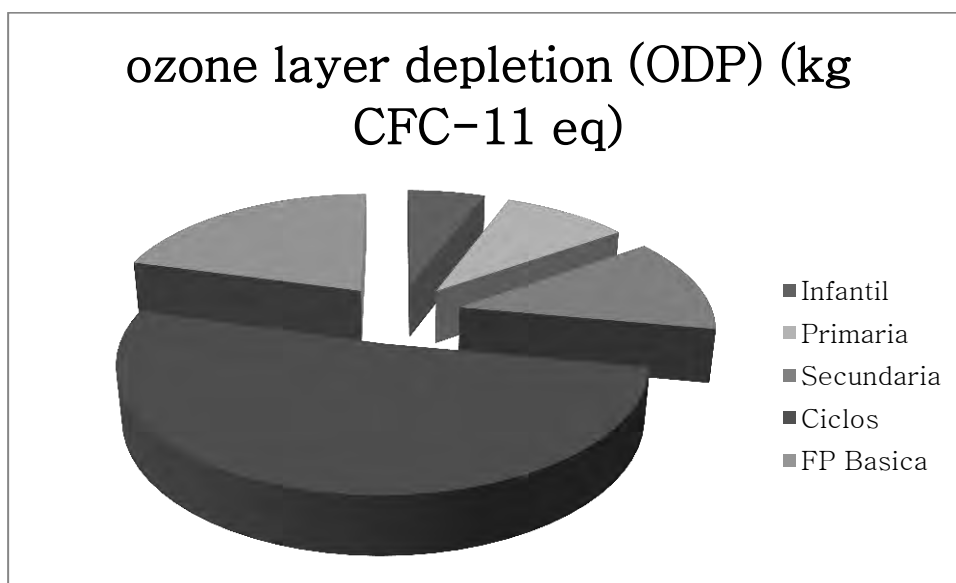


Figura 202 Comparativa por individuo entre etapas para la categoría de Ozone layer depletion.

2.6.4 HUMAN TOXICITY

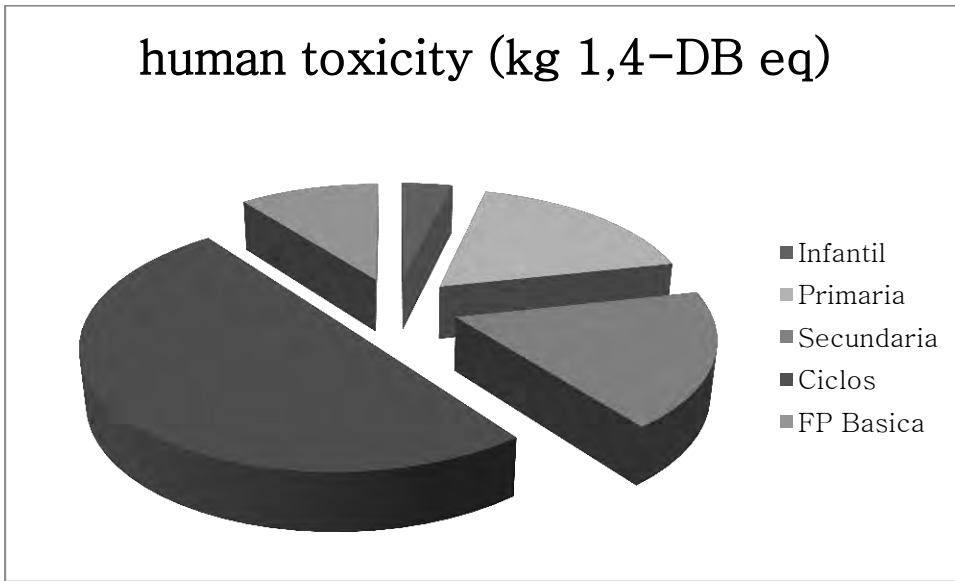


Figura 203 Comparativa total entre etapas para la categoría de Human toxicity.

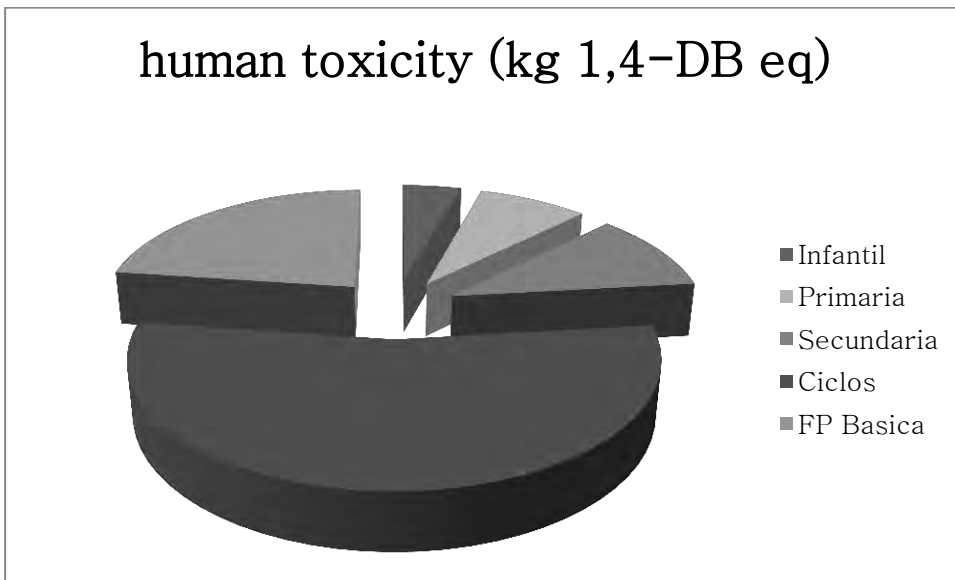


Figura 204 Comparativa por individuo entre etapas para la categoría de Human toxicity.

2.6.5 FRESH WATER AQUATIC ECOTOX.

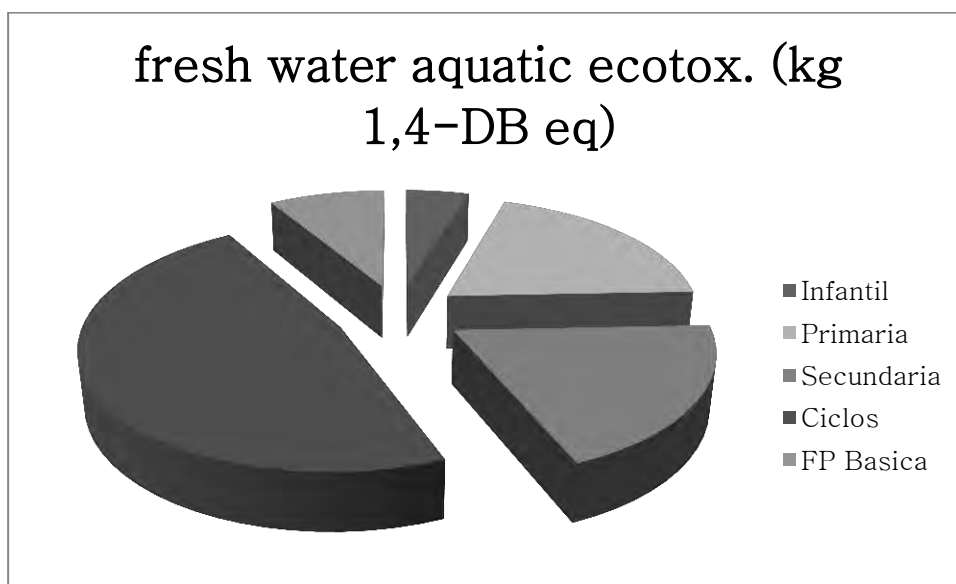


Figura 205 Comparativa total entre etapas para la categoría de Fresh water aquatic ecotox.

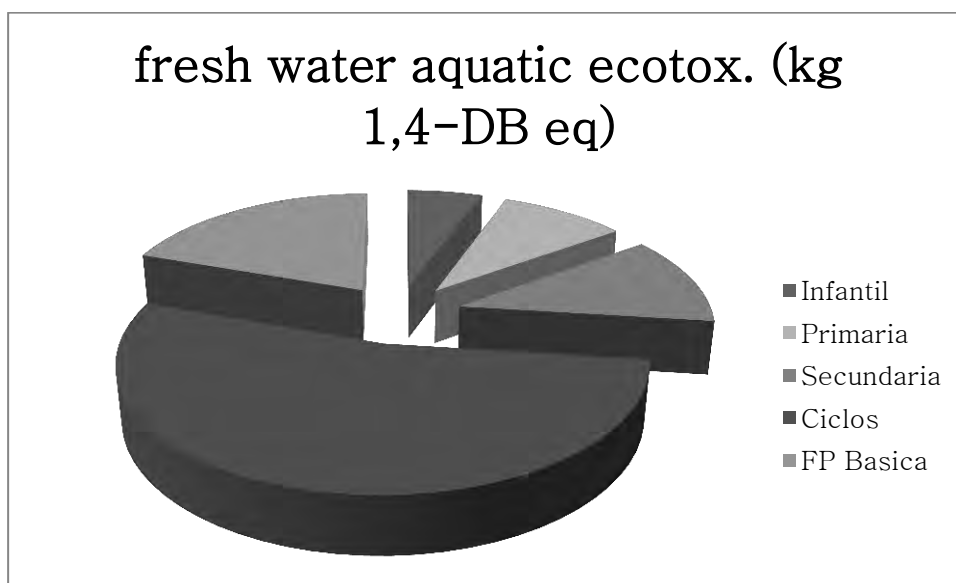


Figura 206 Comparativa por individuo entre etapas para la categoría de Fresh water aquatic ecotox.

2.6.6 MARINE AQUATIC ECOTOXICITY

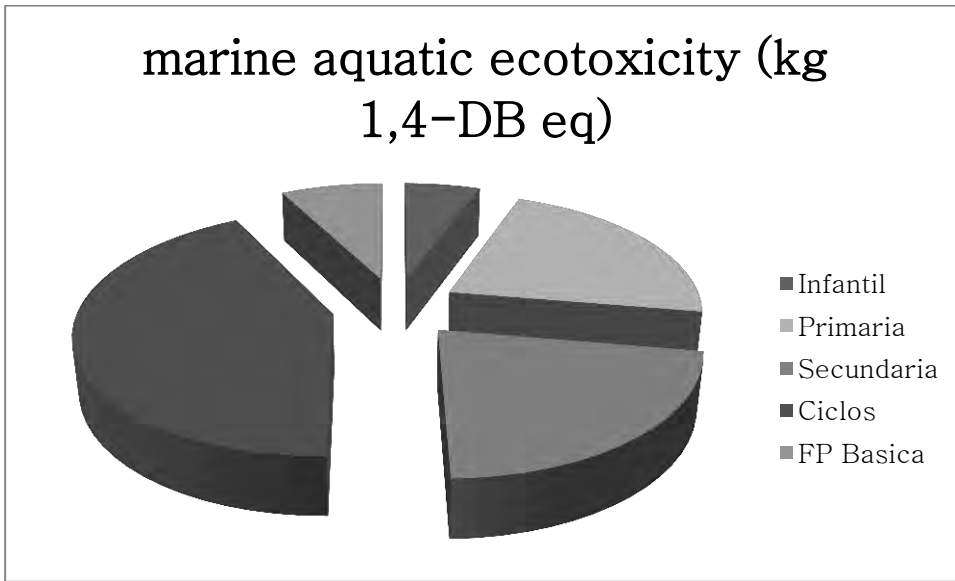


Figura 207 Comparativa total entre etapas para la categoría de Marine aquatic ecotoxicity.

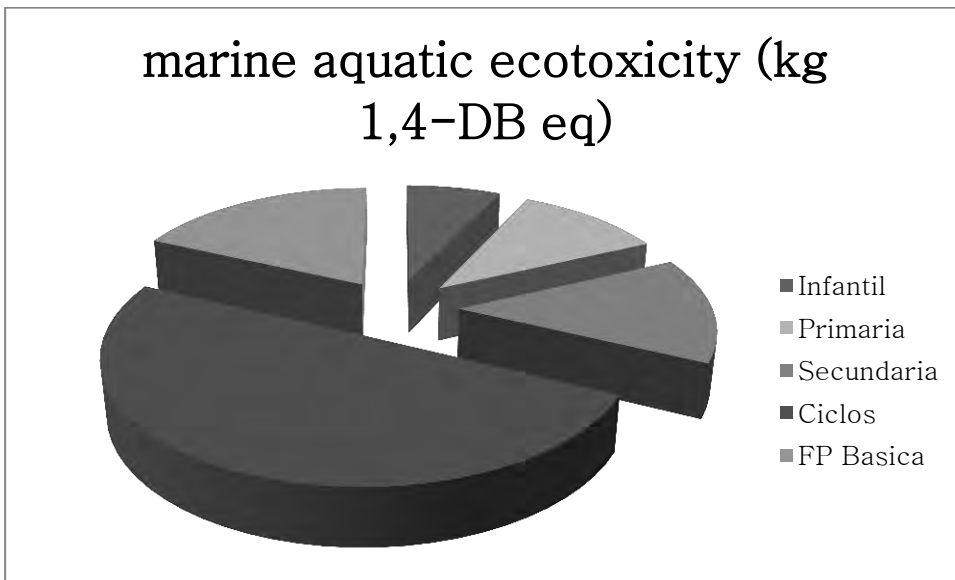


Figura 208 Comparativa por individuo entre etapas para la categoría de Marine aquatic ecotoxicity.

2.6.7 TERRESTRIAL ECOTOXICITY

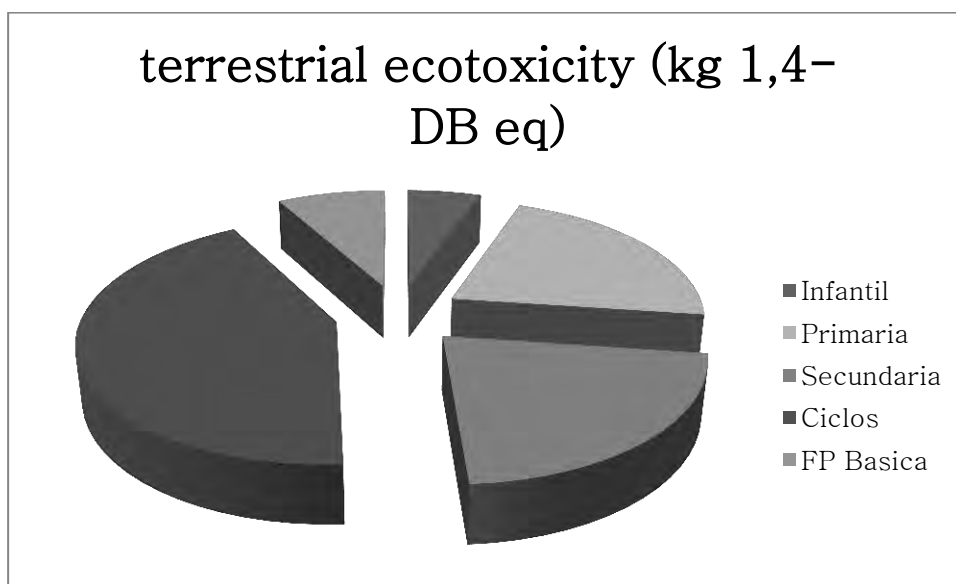


Figura 209 Comparativa total entre etapas para la categoría de Terrestrial ecotoxicity.

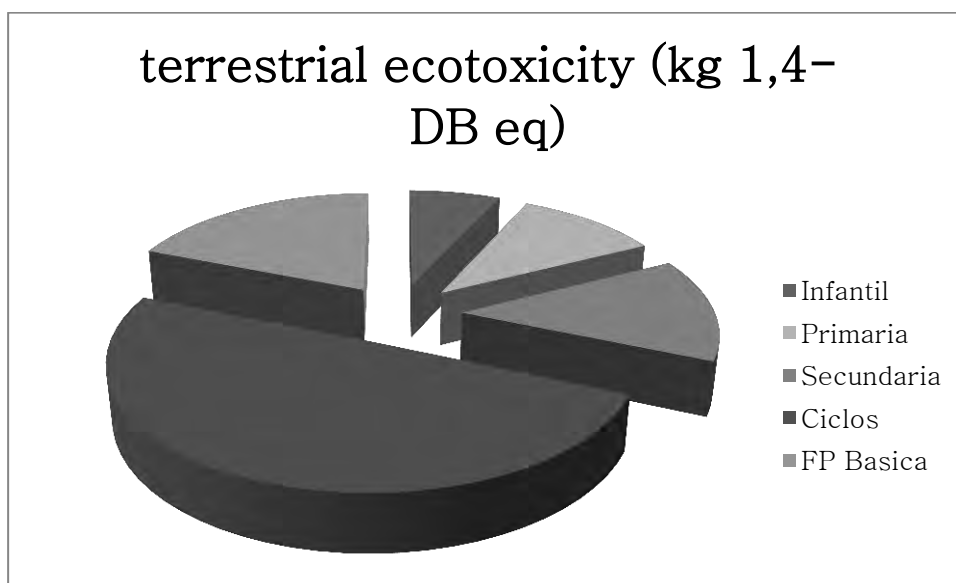


Figura 210 Comparativa por individuo entre etapas para la categoría de Terrestrial ecotoxicity.

2.6.8 PHOTOCHEMICAL OXIDATION

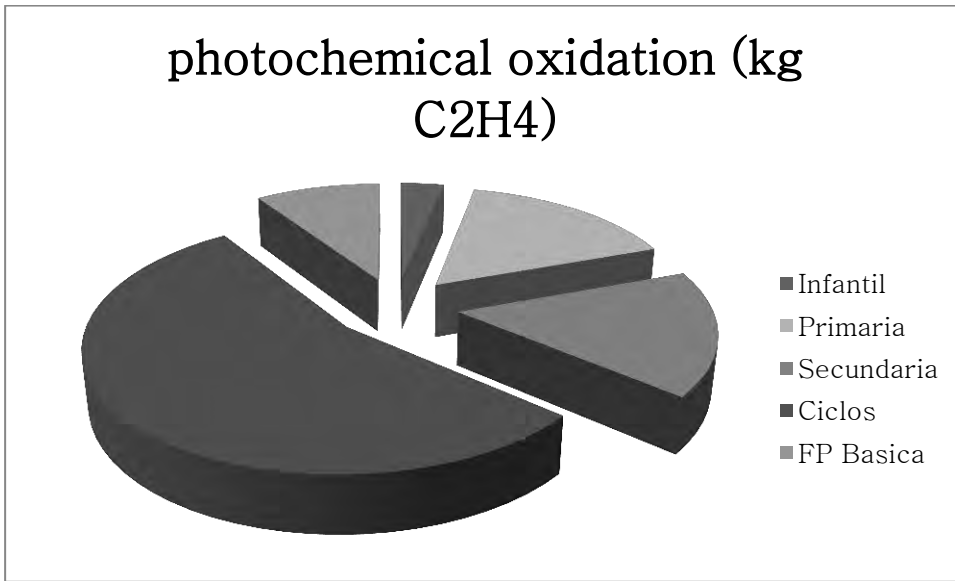


Figura 211 Comparativa total entre etapas para la categoría de Photochemical oxidation.

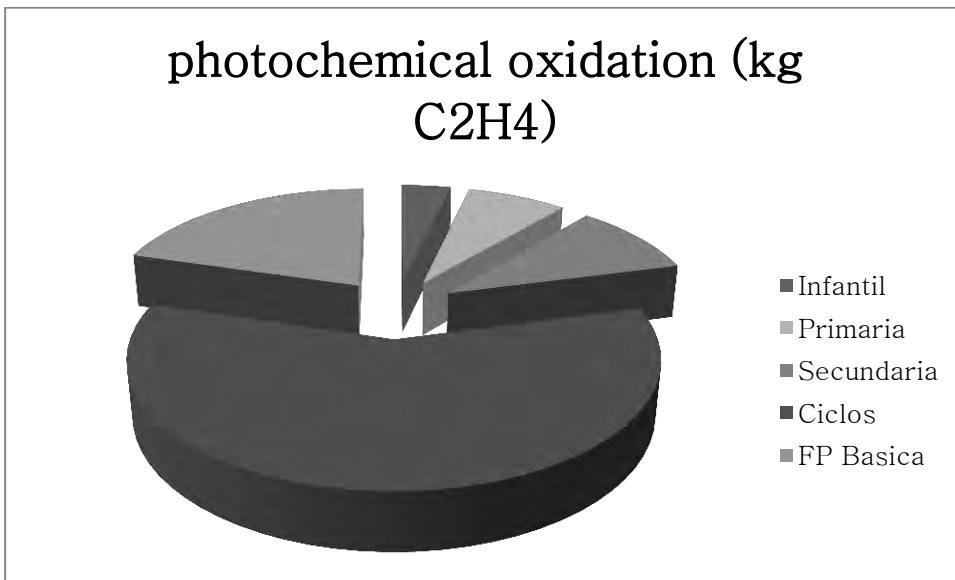


Figura 212 Comparativa por individuo entre etapas para la categoría de Photochemical oxidation.

2.6.9 ACIDIFICATION

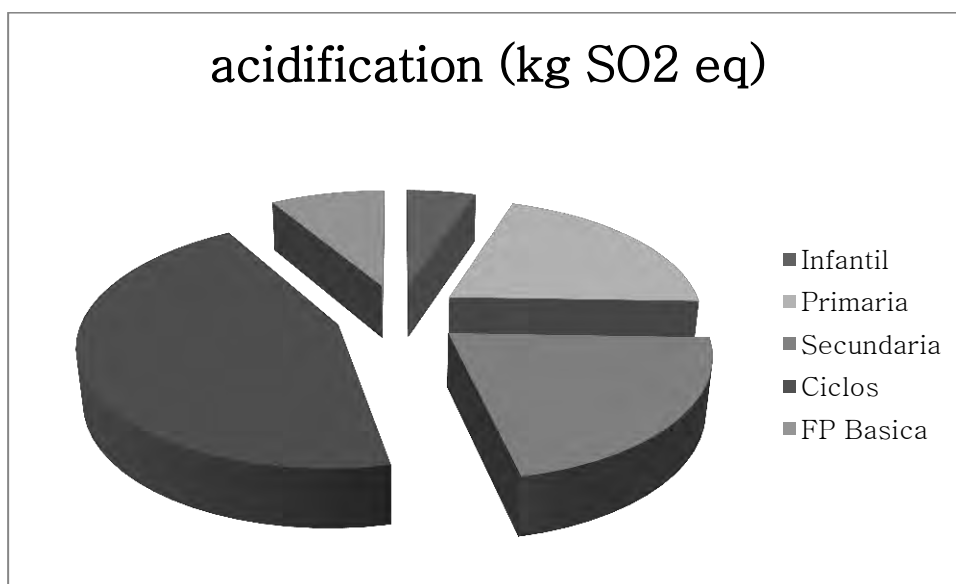


Figura 213 Comparativa total entre etapas para la categoría de Acidification.

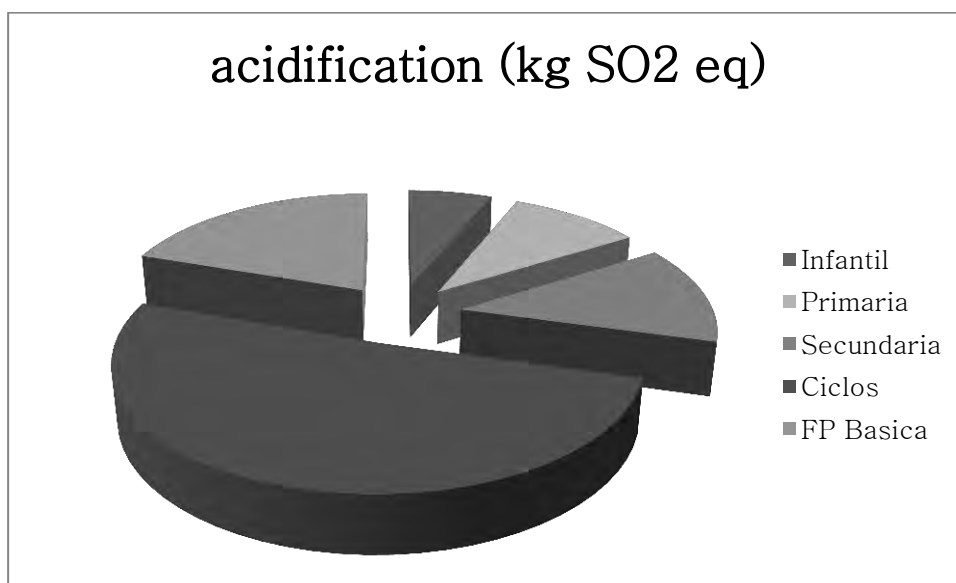


Figura 214 Comparativa por individuo entre etapas para la categoría de Acidification.

2.6.10 EUTROPHICATION

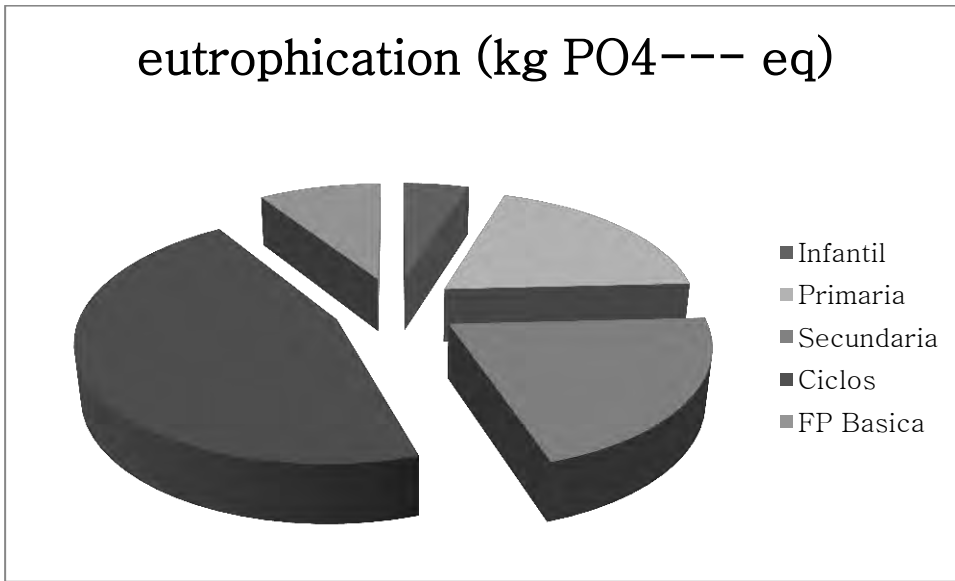


Figura 215 Comparativa total entre etapas para la categoría de Eutrophication.

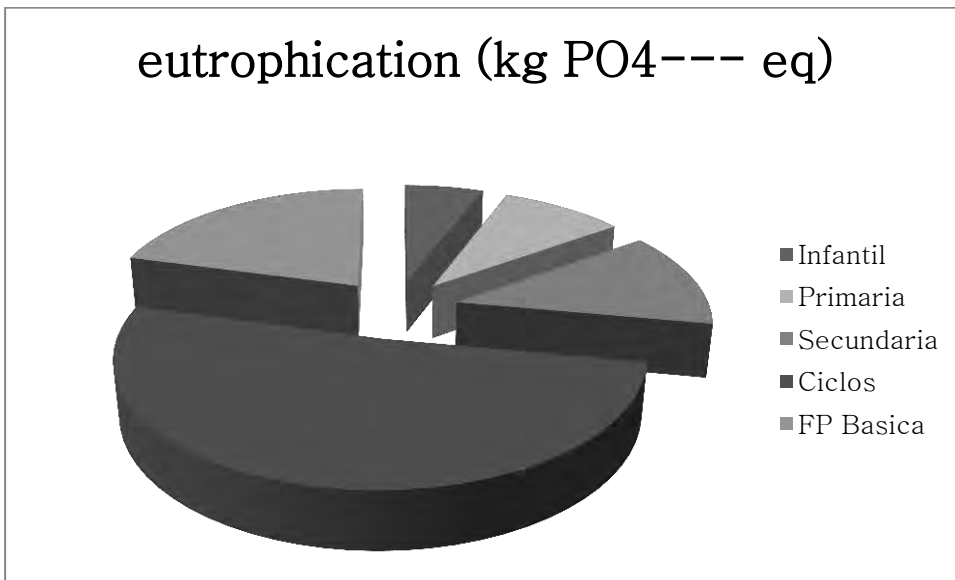


Figura 216 Comparativa por individuo entre etapas para la categoría de Eutrophication.



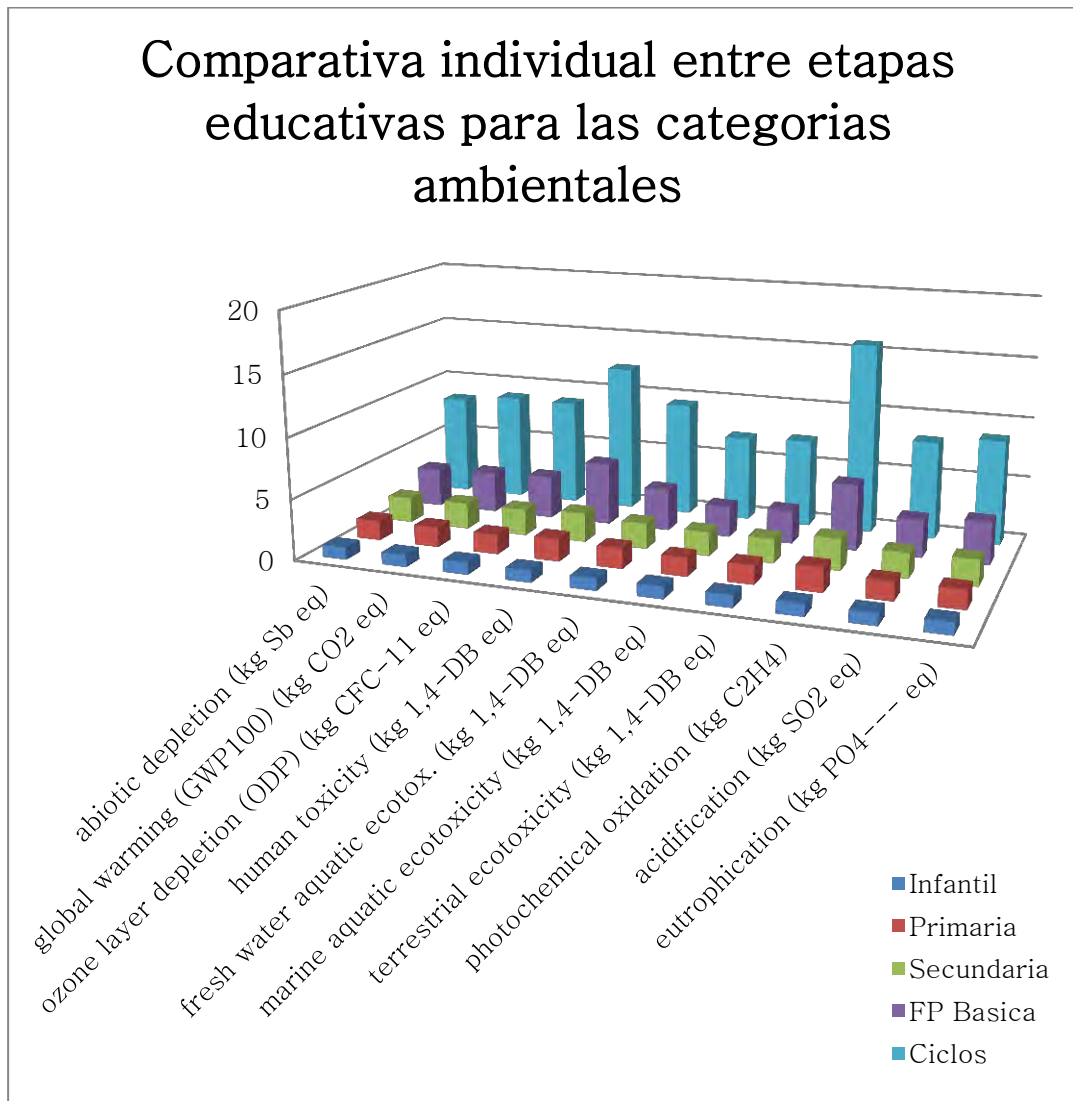


Figura 217 Comparativa por individuo entre etapas para las categorías ambientales.



# CAPÍTULO 3

## 3 COMPARATIVA DETALLADA MODELO BASE CON GWP100

Se va a proceder en este capítulo a realizar un análisis más detallado de los distintos ítems del inventario para el caso particular de GWP100, para poder entender más correctamente los siguientes capítulos donde se analizarán los distintos escenarios para este modelo base.

Según lo visto en el capítulo anterior, y como se observa en la Figura 217, la etapa de ciclos formativos tiene un gran impacto ambiental en comparación con el resto de las etapas educativas. Analizando cada uno de los impactos particulares para el impacto de GWP100, se ilustrarán los factores más influyentes para el impacto general.

En la siguiente Tabla 69 se pueden ver los diferentes impactos considerados para cada uno de los ítems contemplados en el inventario.

Tabla 69 Impacto de los ítems contemplados en el inventario

<b>Categoría de impacto</b>	<b>global warming (GWP100)</b>
Unidad	kg CO <sub>2</sub> eq
Building, hall, steel construction/CH/I U	313,7259
Tap water, at user/RER U	0,00028944
Sodium hypochlorite, 15% in H <sub>2</sub> O, at plant/RER U	0,83230804
Soap, at plant/RER U	1,54274232
Steel, low-alloyed, at plant/RER U	1,5307896
Lubricating oil, at plant/RER U	1,0111425
Tin, at regional storage/RER U	16,0961752
Copper, at regional storage/RER U	1,70219039
Printed board I	146,961357
Electronics for control units/RER U	9,58600867
Transport, passenger car/RER U	0,00246234
Transport, regular bus/CH U	0,00141921
Heat, natural gas, at boiler modulating >100kW/RER U	0,25426272
Heat, natural gas, at boiler modulating <100kW/RER U	0,2714027
Electricity, low voltage, production ES, at grid/ES U	0,60917319
Paper, newsprint, at regional storage/RER U	0,39080985

Todos los valores se multiplicarán por su ítem dentro del inventario según el modelo base:

A partir de este punto se obtienen las siguientes tendencias:

- Los factores de impacto más influyentes son los desplazamientos y la energía, en comparación con el resto de ítems contemplados en el inventario.
- Las etapas que más desplazamientos y que más energía consumen son las etapas superiores, donde los alumnos son más mayores, puesto que son más independientes y los desplazamientos los realizan de forma individual.
- Los consumibles y el agua tiene muy poca influencia en comparación con los factores más influyentes.

Sobre el modelo base del inventario realizado estudiado hasta el momento se va a proceder a plantear varios escenarios, con el fin de valorar dicho modelo. Los escenarios que se van contemplar serán:

#### 1. Escenario I: Jornada continua

Se contemplará un curso académico completo, modificando los desplazamientos de las etapas inferiores, y eliminando la parte del comedor escolar, puesto que los alumnos no permanecen por la tarde en el colegio.

#### 2. Escenario II: Iluminación con LED

Se contemplará un curso académico completo, modificando los consumos de iluminación e incrementando la cantidad de iluminación para cumplir con lo estipulado en la normativa vigente de iluminaciones. No se considera la sustitución de luminarias, puesto que es un ciclo anual y de esta misma forma está considerado el modelo base.

#### 3. Escenario III: Cambio de ubicación

Se contemplará un curso académico completo, modificando los desplazamientos de las etapas inferiores, y eliminando la parte del

comedor escolar, puesto que los alumnos no permanecen por la tarde en el colegio.

# CAPÍTULO 4

## 4 ANÁLISIS DE ESCENARIOS

### 4.1 AS1 - JORNADA CONTÍNUA

El primer escenario que se plantea es el de una aceptación de jornada continua en el colegio.

Se plantea dicho escenario por las siguientes razones:

- El mayor elemento de emisión es el desplazamiento y con la aceptación de jornada continua son dos etapas completas, de número elevado de alumnos las que reducen su número de desplazamientos diarios a la mitad obligatoriamente.
- El elemento comedor se elimina de esa forma, puesto que los alumnos con su nuevo horario y no tener que venir a clase de forma vespertina, no ven la necesidad de comer en el colegio.

Los valores que se obtienen para el nuevo cálculo serán los mismos que en el modelo base, salvo por:

- Los desplazamientos en las etapas de infantil y primaria se reducen a la mitad,

4.1.1 ETAPA INFANTIL EN EL ESCENARIO I

Se observa que el consumo energético, tanto en gas como en iluminación son relevantes en esta etapa educativa, y el de desplazamientos es influyente, tal y como se observa en la siguiente Figura 232.

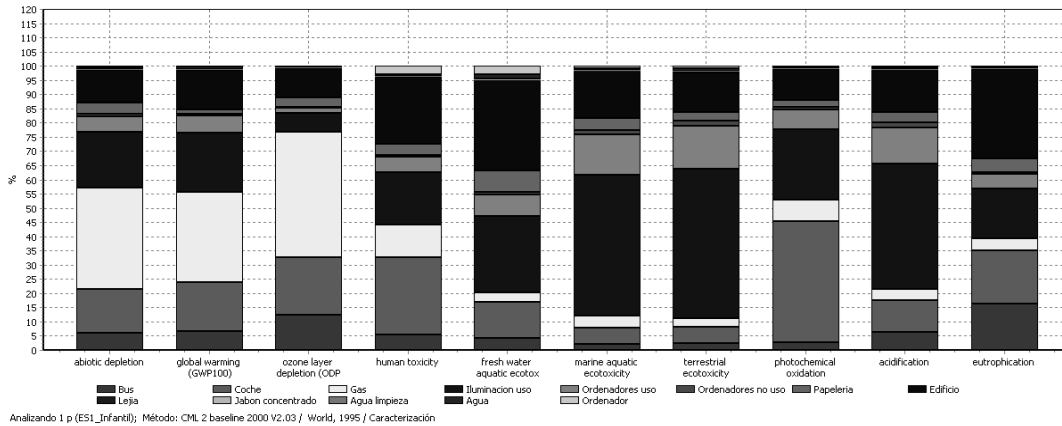


Figura 232 Porcentaje sobre los estudios de impacto de los items del inventario en el Escenario I para Infantil.

En cuanto a emisiones de gases para GWP100, el CO<sub>2</sub> es, con diferencia, el más influyente, según se muestra en la Figura 233.

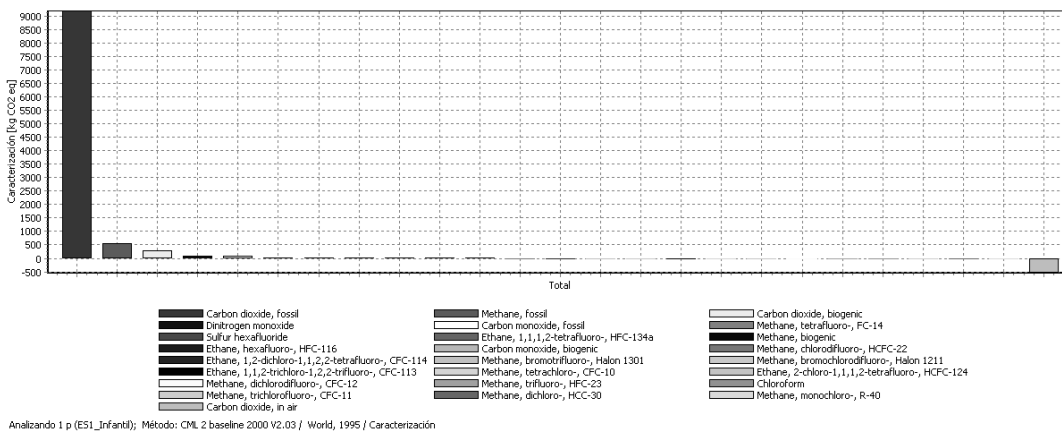


Figura 233 Cantidades de los diferentes de gases emitidos en el Escenario I para Infantil.

Esto mismo se traduce en procesos de emisiones de CO<sub>2</sub>, que se muestran en la siguiente Figura 234, donde se aprecian los valores



para cada uno de los procesos de gas natural, carbón y transporte de pasajero en vehículo particular.

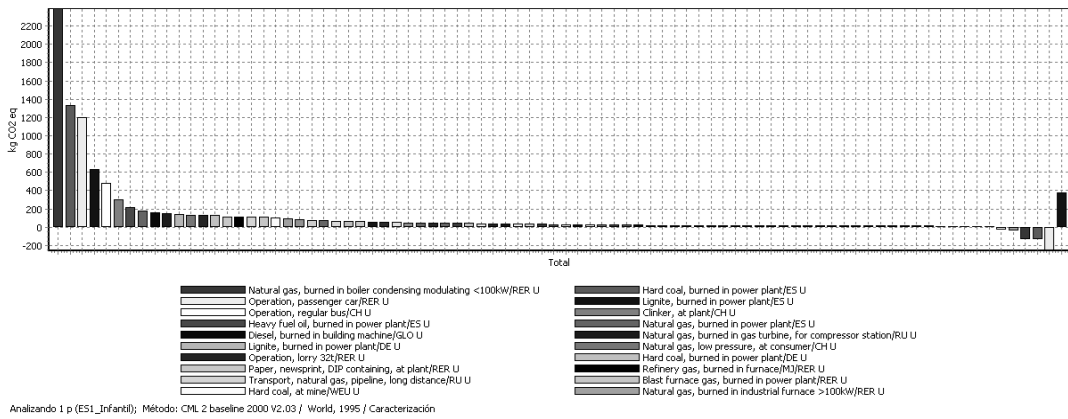


Figura 234 Impacto de emisión de las acciones del inventario para el Escenario I para Infantil.

El árbol de emisiones según los procesos primarios que generan CO<sub>2</sub> de cada elemento del inventario se muestra en la siguiente Figura 235.

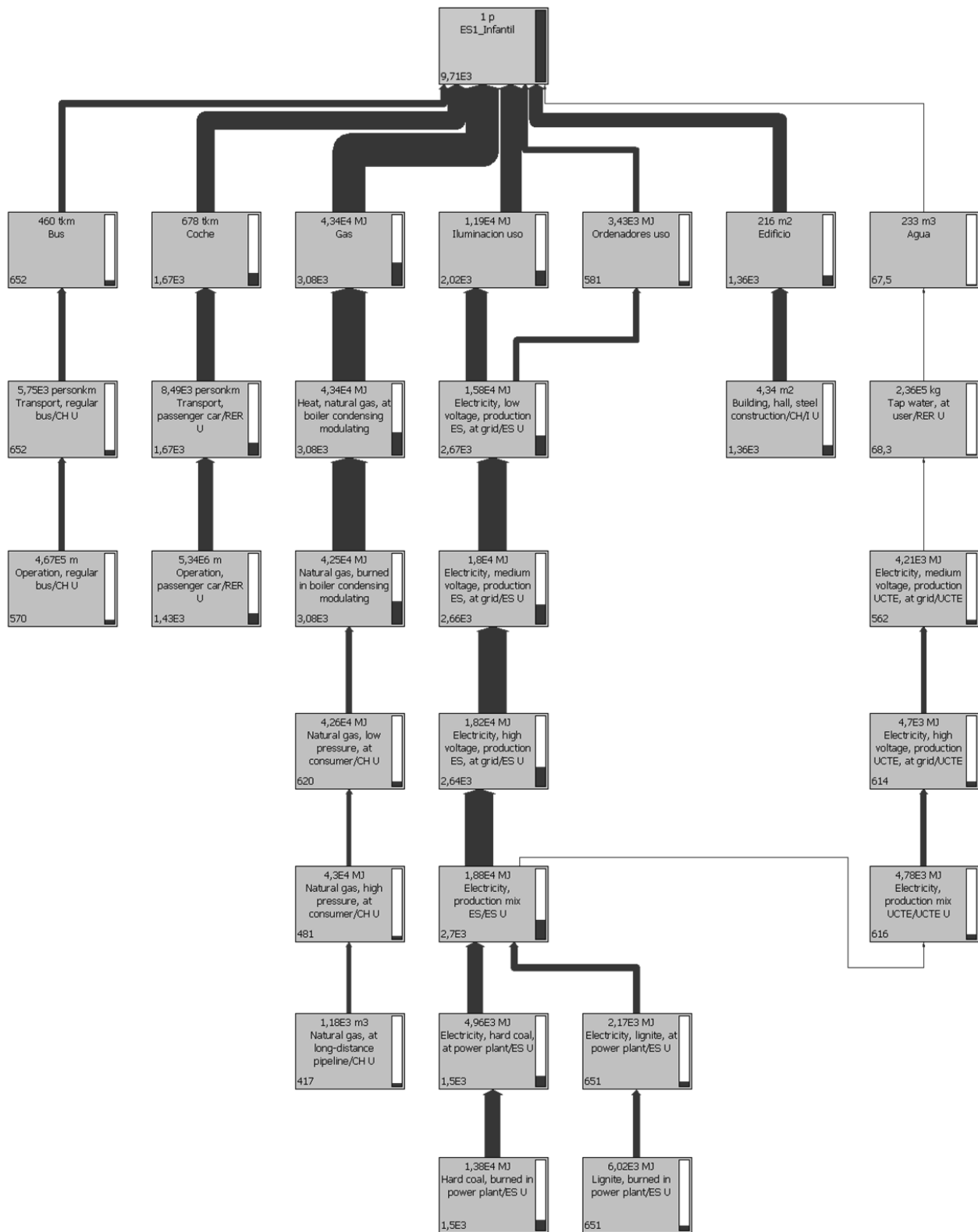


Figura 235 Árbol de emisiones que impactan en la etapa de Infantil para el Escenario I.

4.1.2 ETAPA PRIMARIA EN EL ESCENARIO I

Se observa que es parecida a la de infantil, puesto que el consumo energético, tanto en gas como en iluminación, así como el de desplazamientos, son relevantes en esta etapa educativa, según se muestra en la Figura 236.

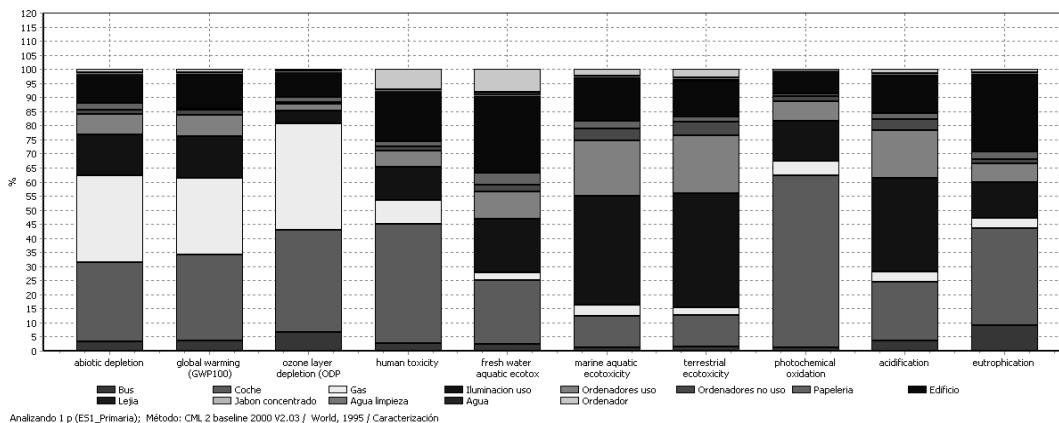


Figura 236 Porcentaje sobre los estudios de impacto de los items del inventario en el Escenario I para Primaria.

En cuanto a emisiones de gases para GWP100, el CO<sub>2</sub> sigue siendo el más influyente, según se muestra en la Figura 237.

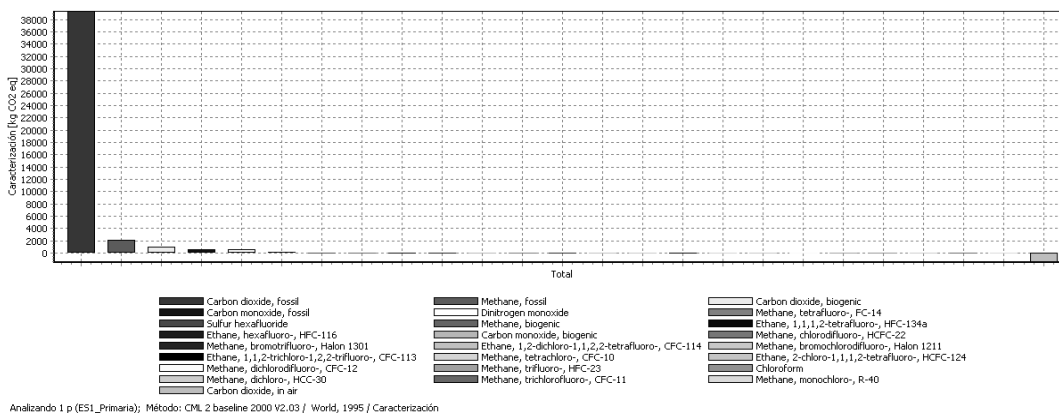


Figura 237 Cantidades de los diferentes de gases emitidos en el Escenario I para Primaria.

En cuanto a los procesos de emisiones de CO<sub>2</sub>, que se muestran en la siguiente Figura 238, donde se aprecian que el transporte de pasajero en vehículo particular toma el valor más importante, siendo importante también la energía.

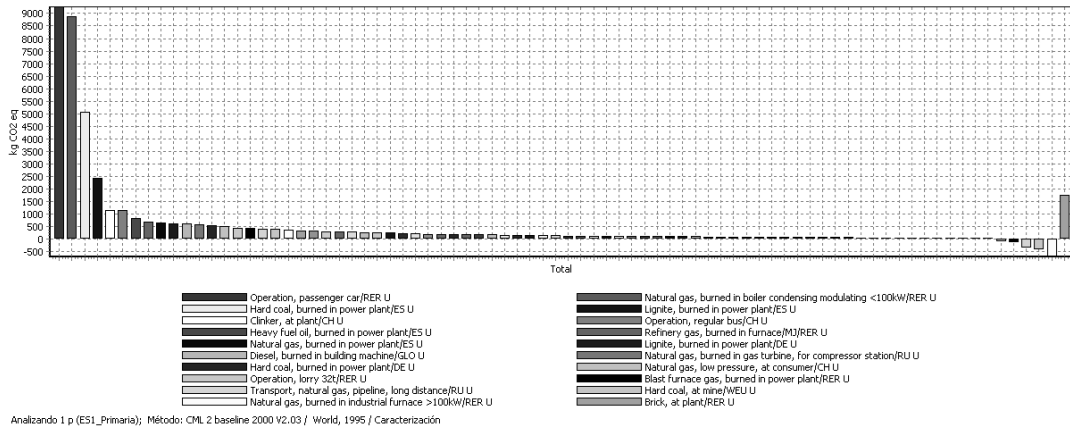


Figura 238 Impacto de emisión de las acciones del inventario para el Escenario I para Primaria.

Ese mismo comportamiento se muestra en el árbol de emisiones según los procesos primarios que generan CO<sub>2</sub>, tal y como se muestra en la siguiente Figura 239.

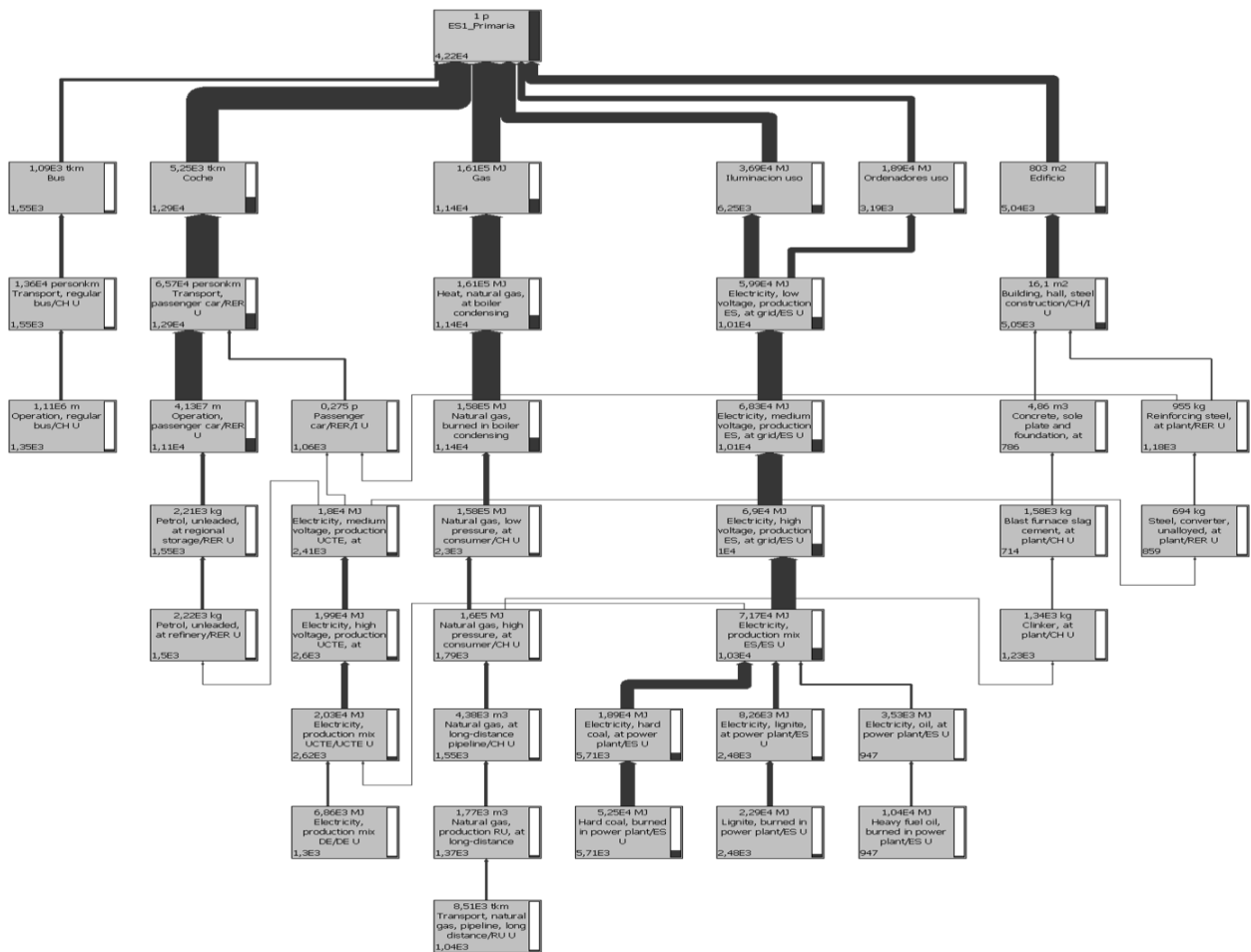


Figura 239 Árbol de emisiones que impactan en la etapa de Primaria para el Escenario I.

4.1.3 ETAPA SECUNDARIA EN EL ESCENARIO I

Se observa que el porcentaje de desplazamientos toma la misma importancia que el consumo energético, tal y como se observa en la siguiente Figura 240.

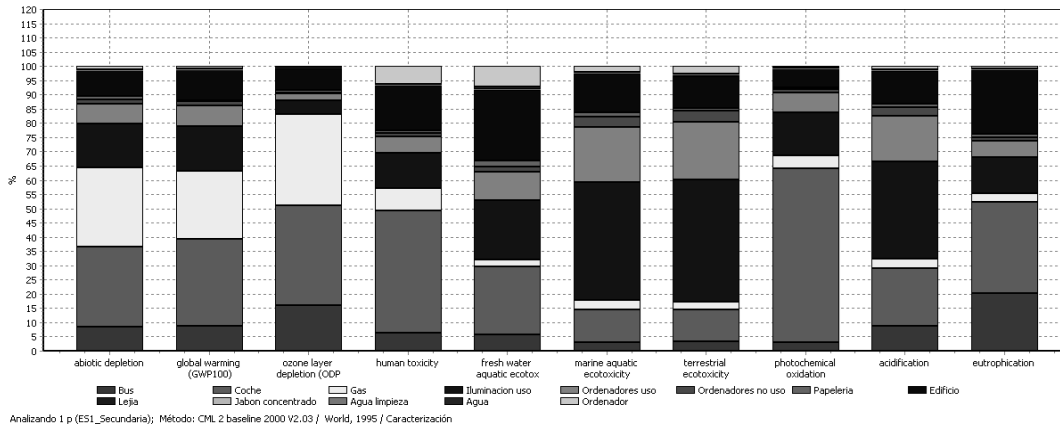


Figura 240 Porcentaje sobre los estudios de impacto de los items del inventario en el Escenario I para Secundaria.

En cuanto a emisiones de gases para GWP100, el CO<sub>2</sub> sigue siendo el más influyente, según se muestra en la Figura 241.

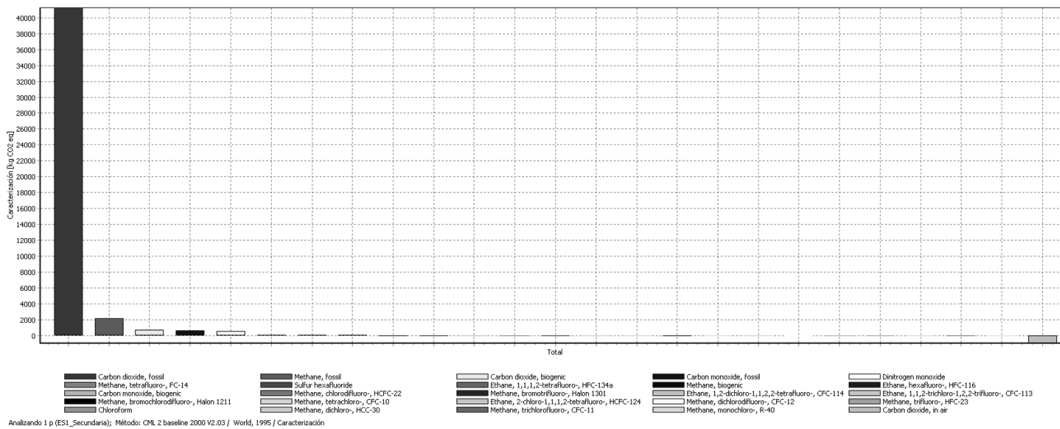


Figura 241 Cantidades de los diferentes de gases emitidos en el Escenario I para Secundaria.

Esto mismo se traduce en procesos de emisiones de CO<sub>2</sub>, que se muestran en la siguiente Figura 242, donde se aprecian los valores de transporte, gas natural y en un segundo nivel carbón.

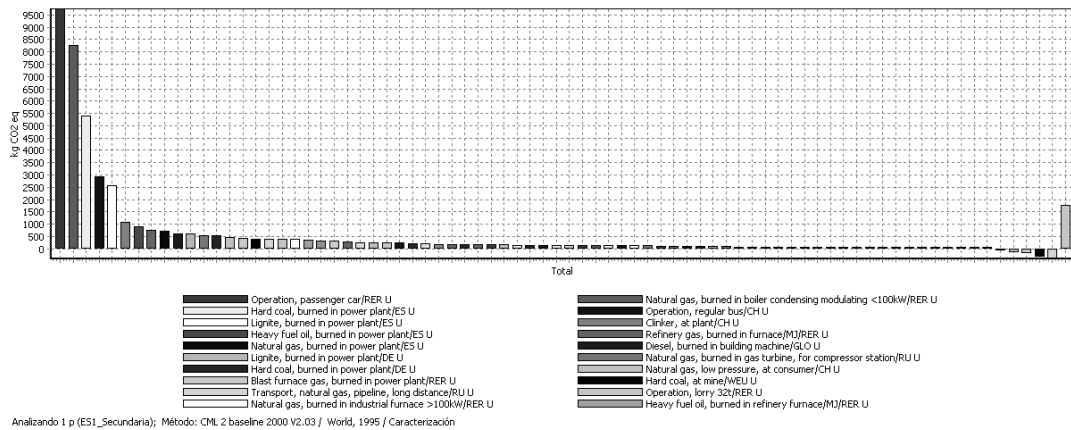


Figura 242 Impacto de emisión de las acciones del inventario para el Escenario I para Secundaria.

El árbol de emisiones según los procesos primarios que generan CO<sub>2</sub> de cada elemento del inventario se muestra en la siguiente Figura 243.

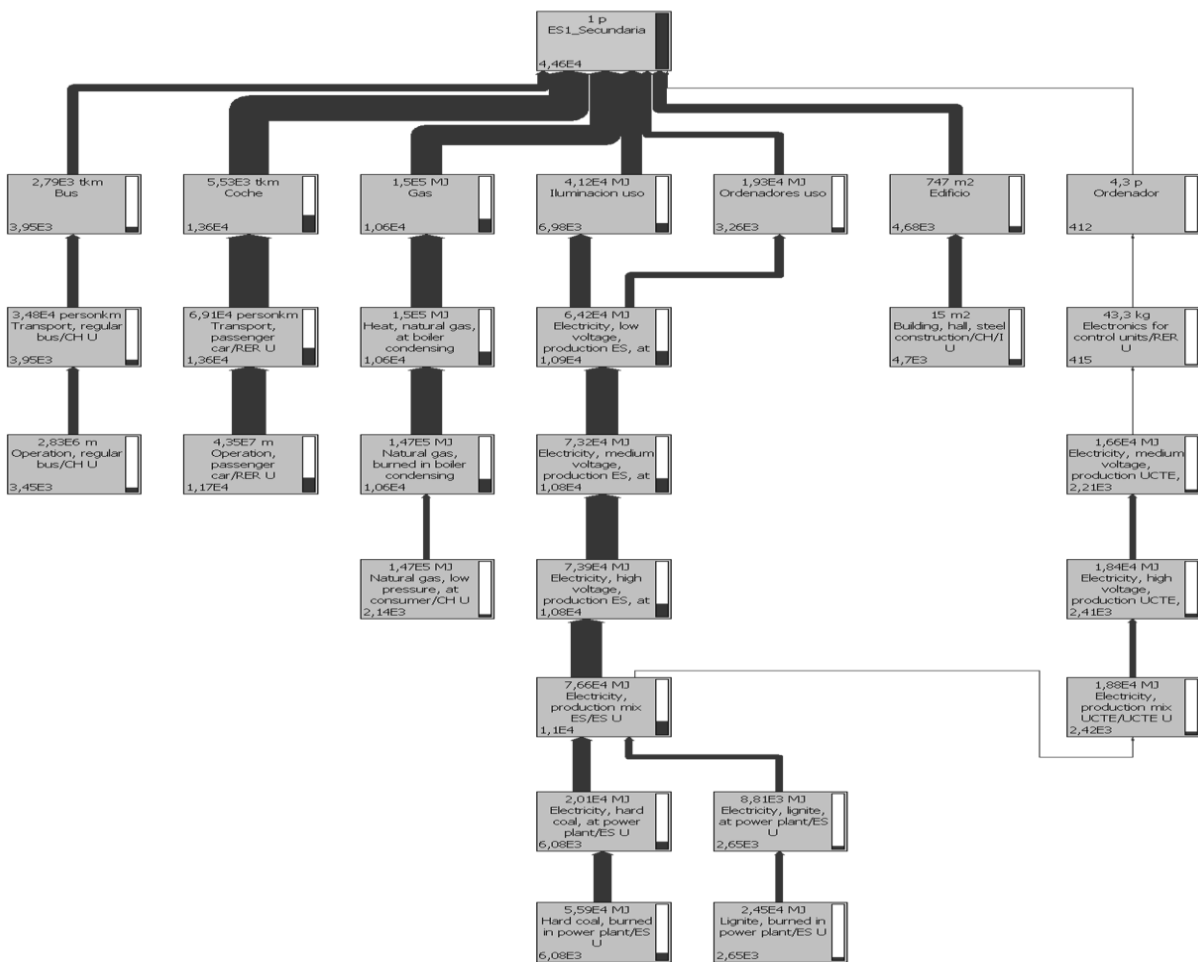


Figura 243 Árbol de emisiones que impactan en la etapa de Secundaria para el Escenario I.

4.1.4 ETAPA CICLOS FORMATIVOS EN EL ESCENARIO I

Se observa que el impacto ambiental se ve fuertemente influenciado por los desplazamientos, dejando en un segundo puesto a la energía consumida, tal y como se observa en la siguiente Figura 244.

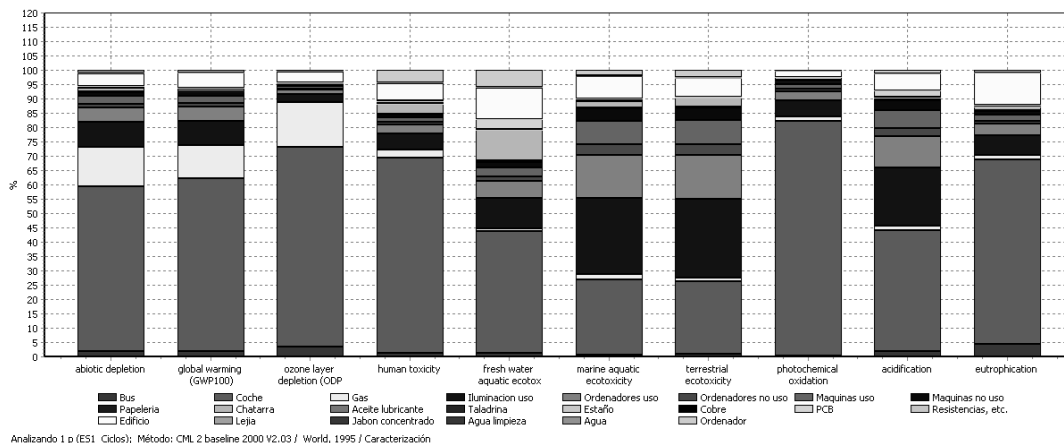


Figura 244 Porcentaje sobre los estudios de impacto de los items del inventario en el Escenario I para CF.

En cuanto a emisiones de gases para GWP100 el CO<sub>2</sub> sigue siendo el más influyente, según se muestra en la Figura 245. Además sus valores son varias veces las de otras etapas educativas.

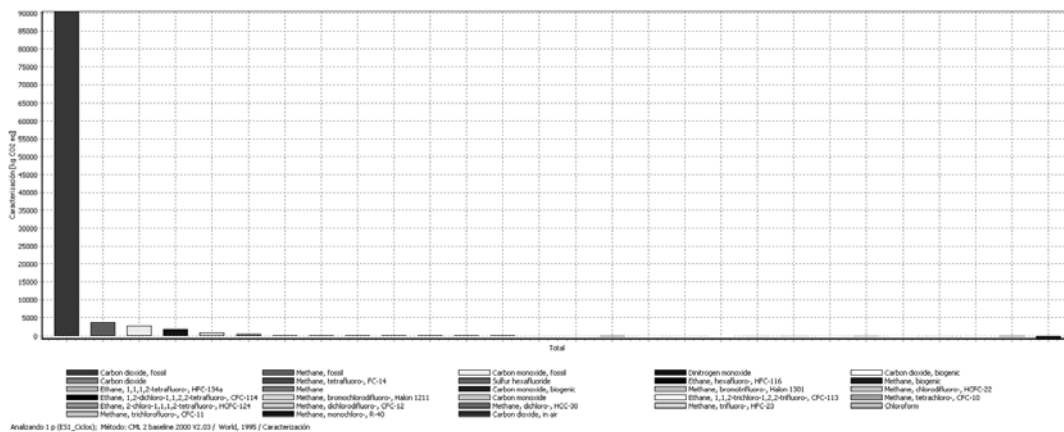


Figura 245 Cantidades de los diferentes de gases emitidos en el Escenario I para CF.

Esto se traduce en procesos de emisiones de CO<sub>2</sub>, que se muestran en la siguiente Figura 246, donde se aprecian la gran cantidad que emite el transporte de pasajeros en vehículo particular, en comparación con el resto de los ítems.

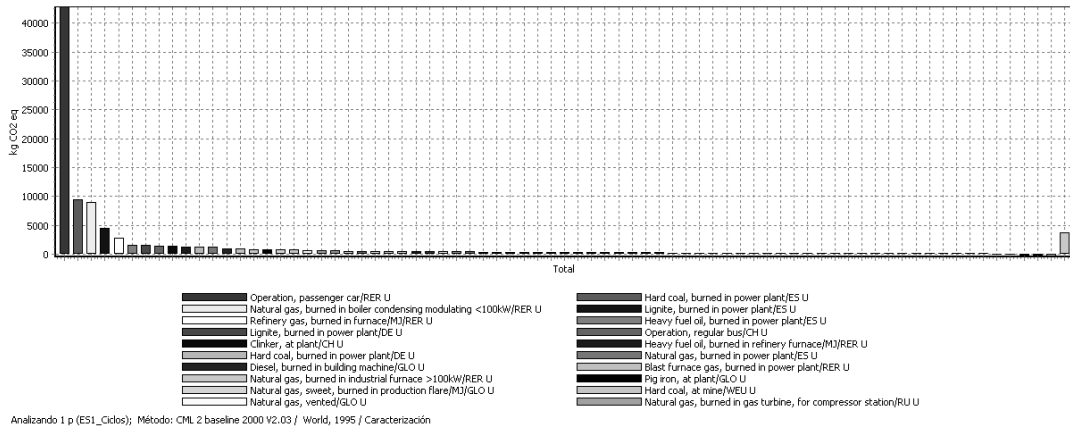


Figura 246 Impacto de emisión de las acciones del inventario para el Escenario I para CF.

El árbol de emisiones que generan CO<sub>2</sub> destaca fuertemente la rama debida a emisiones ocasionadas por el coche, tal y como se muestra en la siguiente Figura 247.

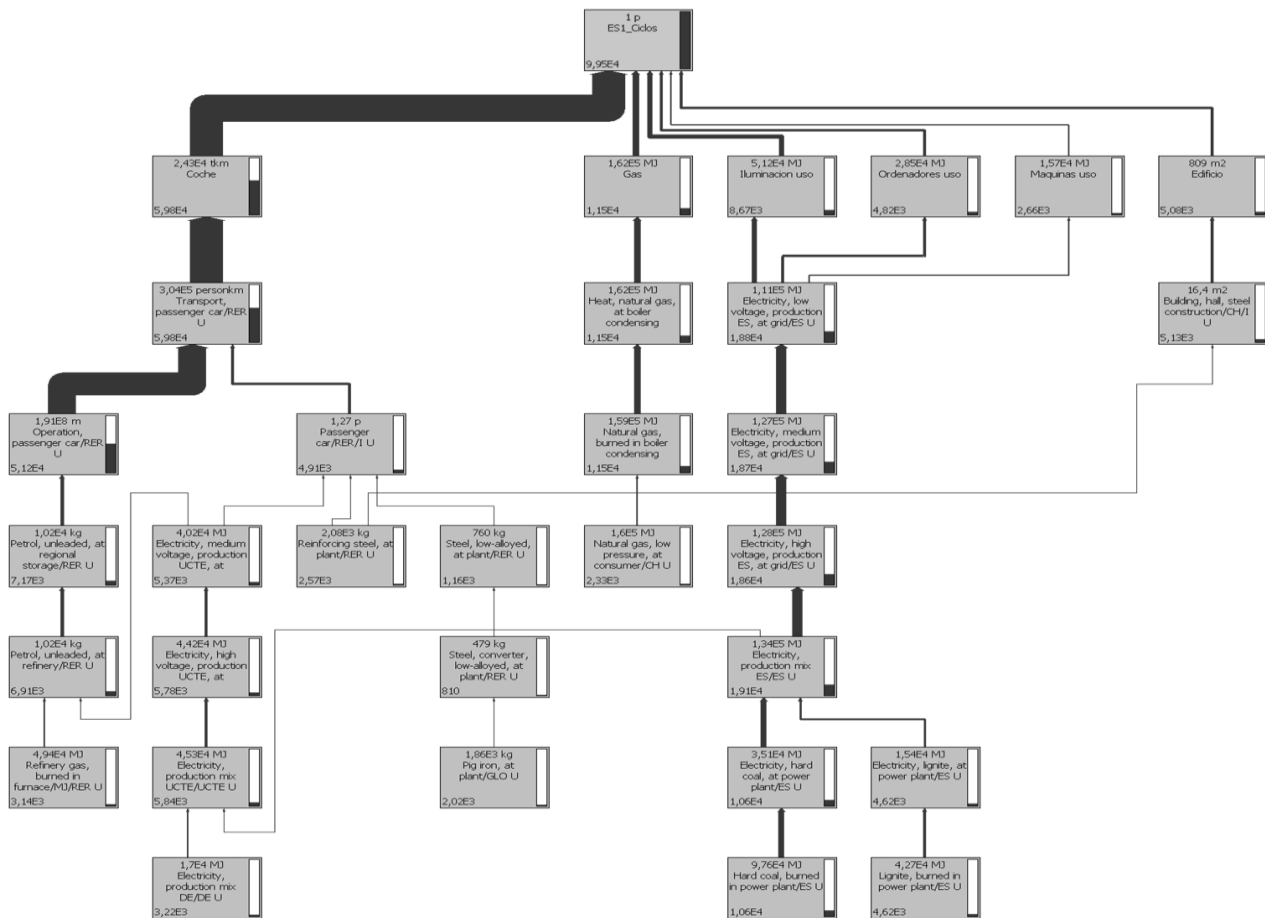


Figura 247 Árbol de emisiones que impactan en la etapa de CF para el Escenario I.



4.1.5 ETAPA FP BÁSICA EN EL ESCENARIO I

Se observa un impacto notablemente alto debido a desplazamiento en coche. Se destaca también el consumo energético de calefacción, Según se muestra en la siguiente Figura 248.

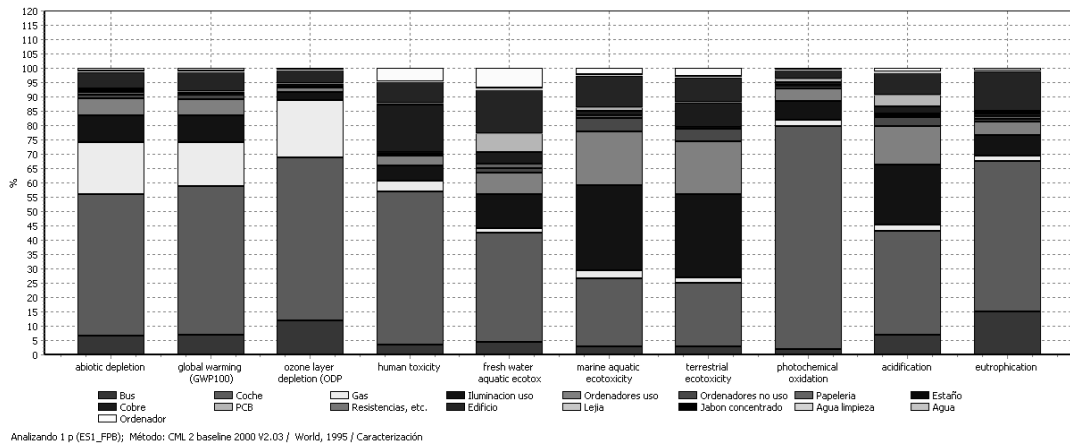


Figura 248 Porcentaje sobre los estudios de impacto de los items del inventario en el Escenario I para FPB.

En cuanto a emisiones de gases para GWP100, el CO<sub>2</sub> sigue siendo el más influyente, según se muestra en la Figura 249.

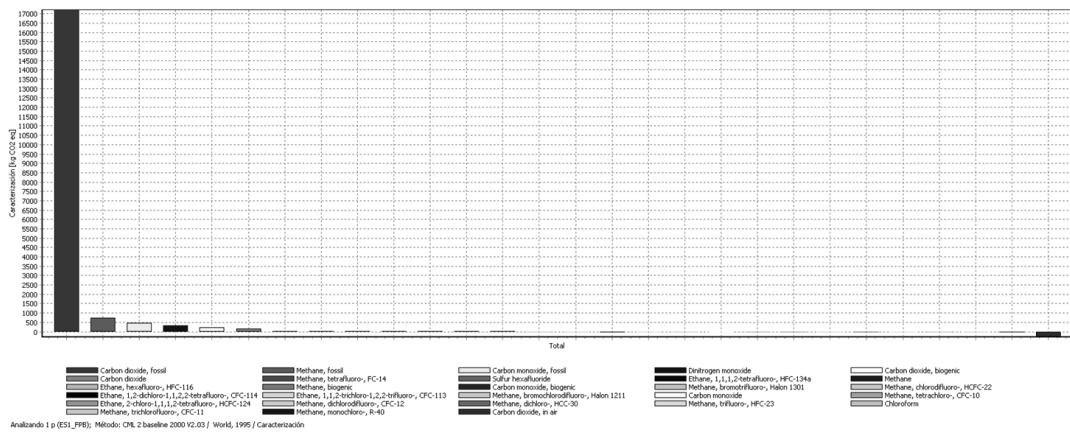
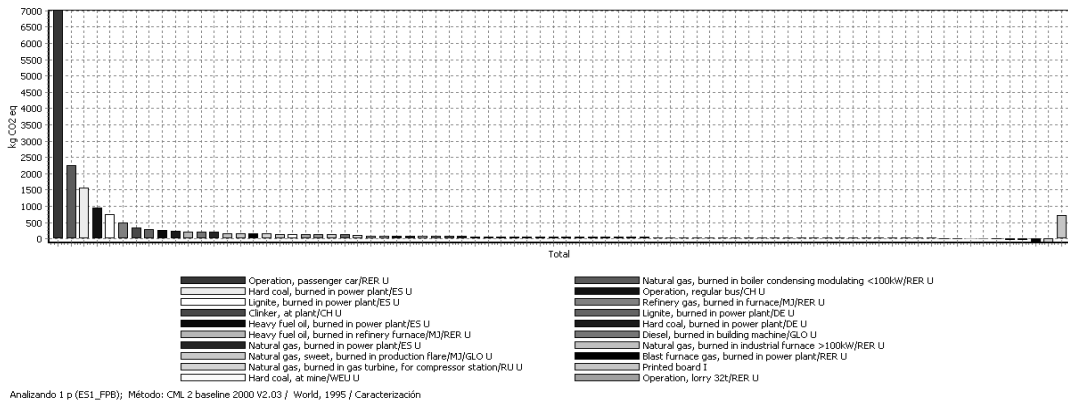


Figura 249 Cantidades de los diferentes de gases emitidos en el Escenario I para FPB.

Esto mismo se traduce en procesos de emisiones de CO<sub>2</sub>, que se muestran en la siguiente Figura 250, donde se aprecian que el del transporte de pasajero en vehículo particular destaca sobre el resto.



Analizando 1 p (ES1\_FPB); Método: CML 2 baseline 2000 V2.03 / World, 1995 / Caracterización

Figura 250 Impacto de emisión de las acciones del inventario para el Escenario I para FPB.

El árbol de emisiones muestra una rama principal en el ítem coche, que emite gran cantidad de CO<sub>2</sub> en comparación con el resto de la Figura 251.

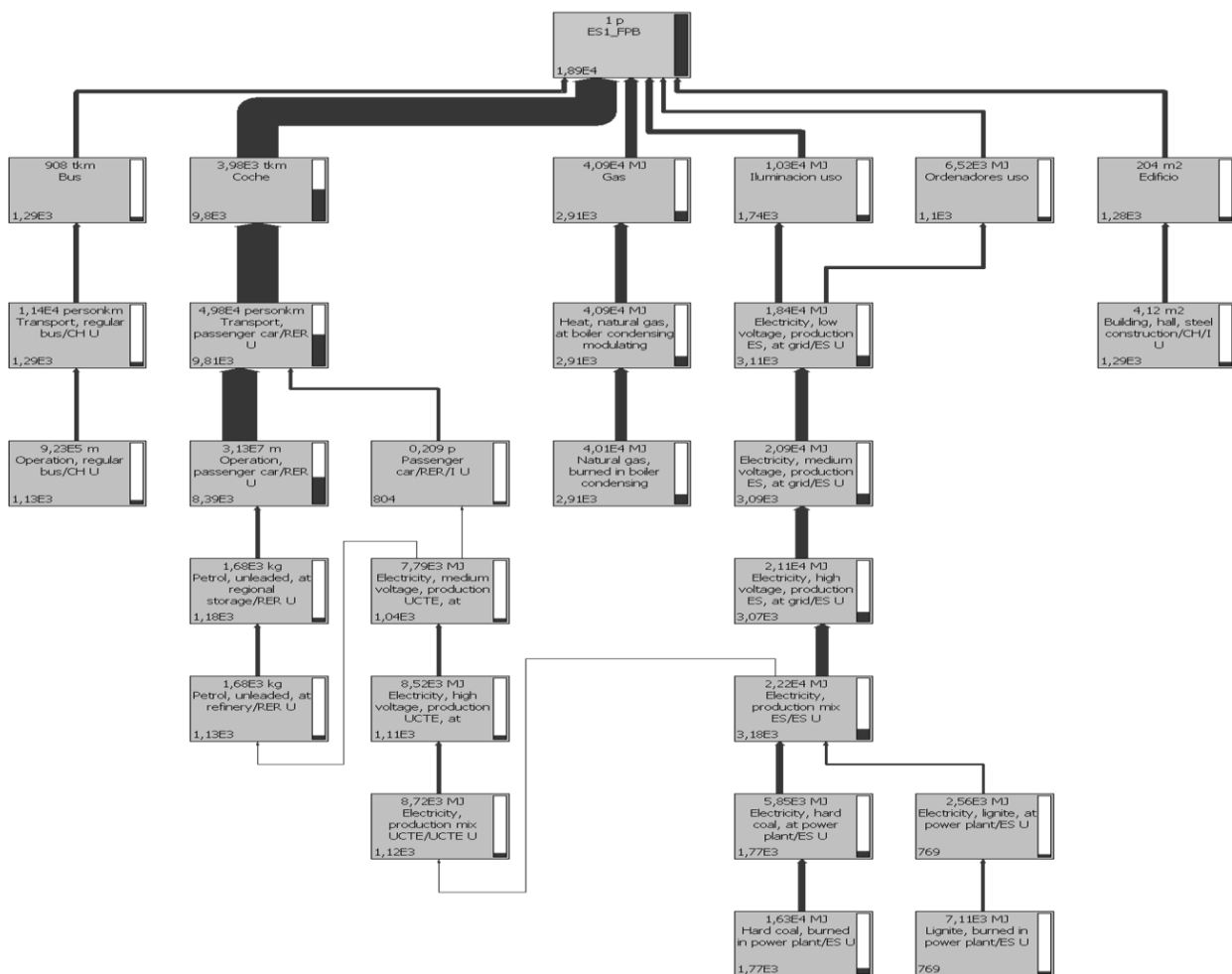


Figura 251 Árbol de emisiones que impactan en la etapa de FPB para el Escenario I.

4.2.1 ETAPA INFANTIL EN EL ESCENARIO II

Se observa que el consumo energético es relevante en esta etapa educativa. Se nota una influencia superior de calefacción en comparación con el menor de iluminación, tal y como se observa en la Figura 253.

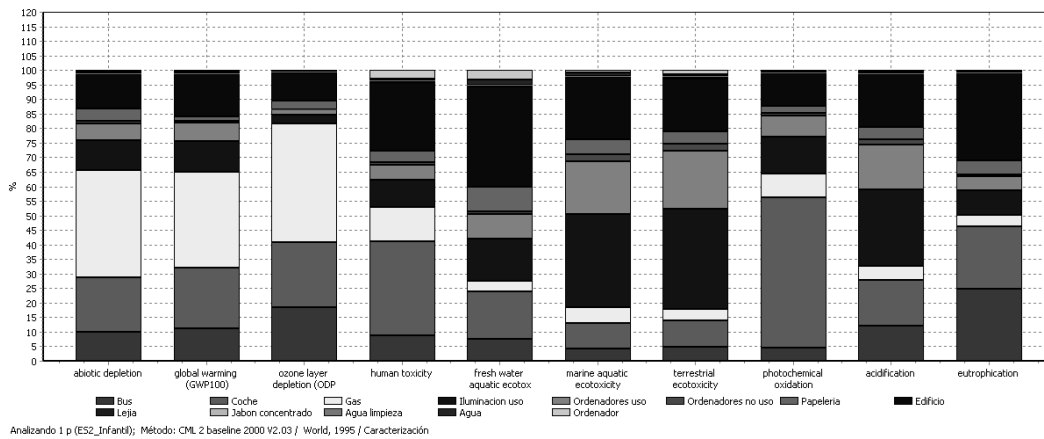


Figura 253 Porcentaje sobre los estudios de impacto del inventario en el Escenario II para Infantil.

En cuanto a emisiones de gases para GWP100, el CO<sub>2</sub> sigue siendo el más influyente, según se muestra en la Figura 254

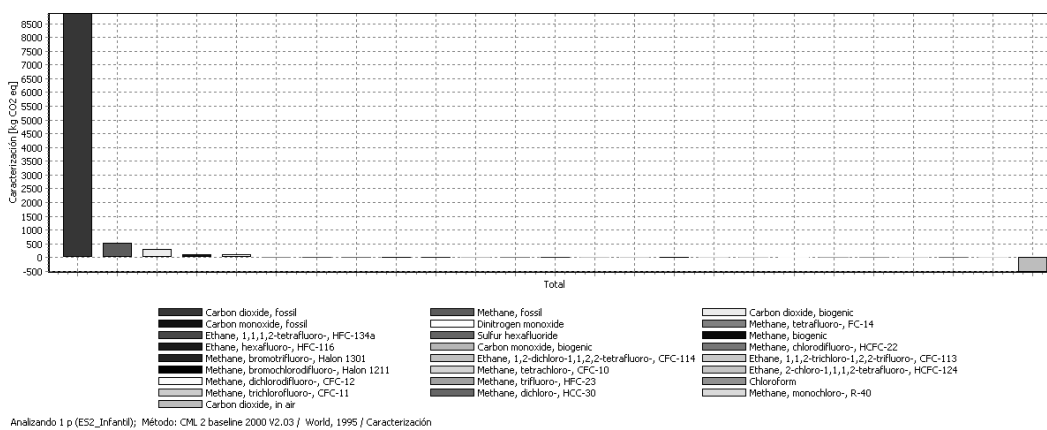


Figura 254 Cantidades de los diferentes de gases emitidos en el Escenario II para Infantil.

Esto mismo se traduce en procesos de emisiones de CO<sub>2</sub>, que se muestran en la siguiente Figura 255, donde se aprecian los valores de gas natural, carbón y transporte de pasajero en vehículo particular.

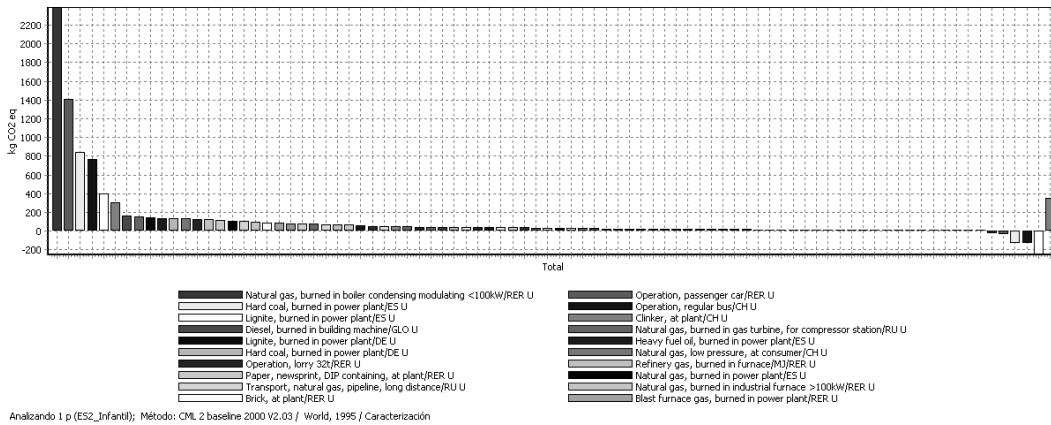


Figura 255 Impacto de emisión de las acciones del inventario para el Escenario II para Infantil.

El árbol de emisiones según los procesos primarios que generan CO<sub>2</sub> de cada elemento del inventario se muestra en la siguiente Figura 256.

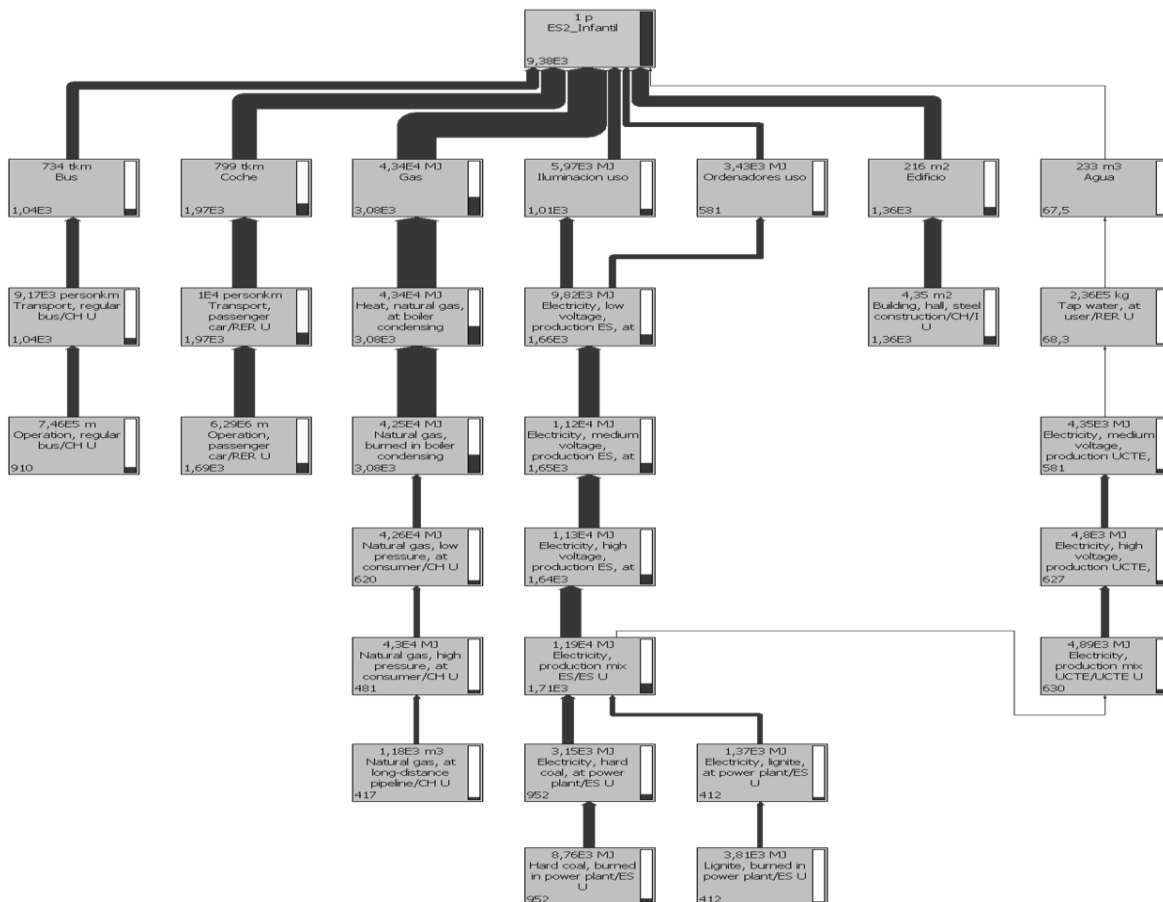


Figura 256 Árbol de emisiones que impactan en la etapa de Infantil para el Escenario II.

4.2.2 ETAPA PRIMARIA EN EL ESCENARIO II

Se observa que el consumo energético es elevado, así como el de desplazamientos. Se observa una menor influencia en iluminación, tal y como se muestra en la siguiente Figura 257

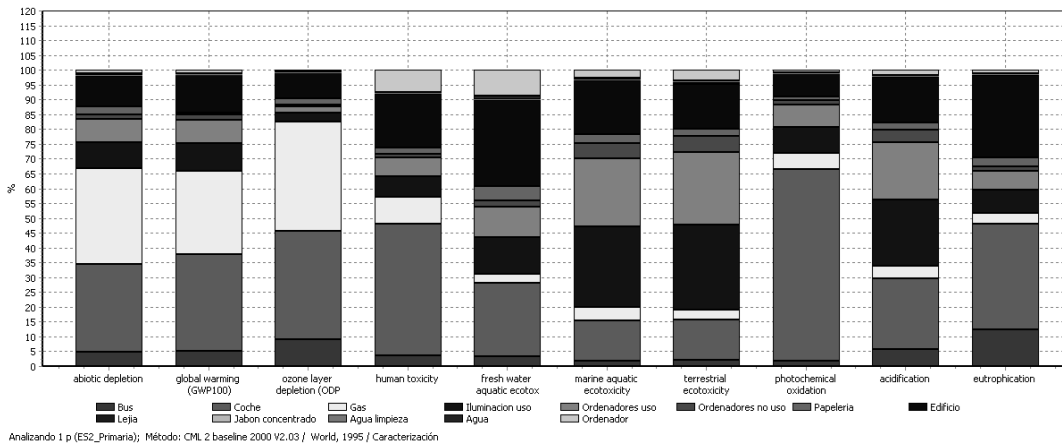


Figura 257 Porcentaje sobre los estudios de impacto del inventario en el Escenario II para Primaria.

En cuanto a emisiones de gases para GWP100, el CO<sub>2</sub> sigue siendo el más influyente, según se muestra en la Figura 258.

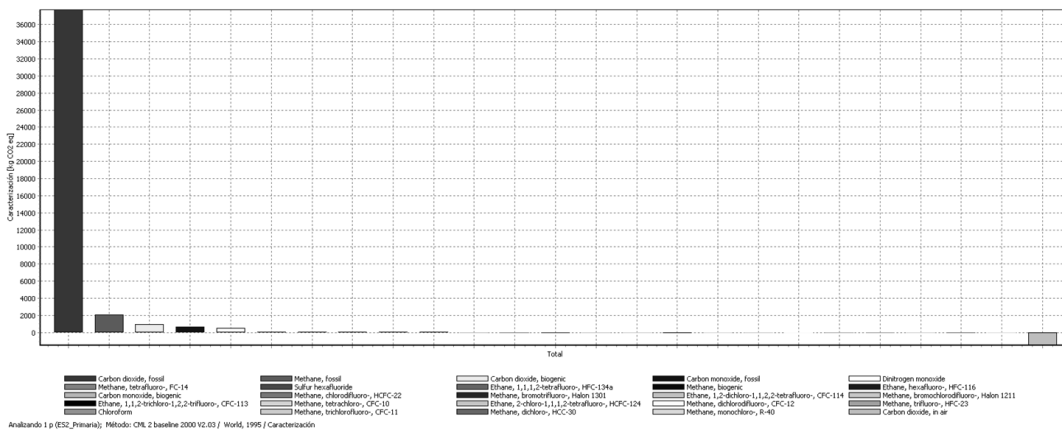


Figura 258 Cantidades de los diferentes de gases emitidos en el Escenario II para Primaria.

Esto mismo se traduce en procesos de emisiones de CO<sub>2</sub>, que se muestran en la siguiente Figura 259, donde se aprecian el valor de gas natural y el de transporte de pasajero bastante igualado, pasando a un segundo nivel el de carbón.

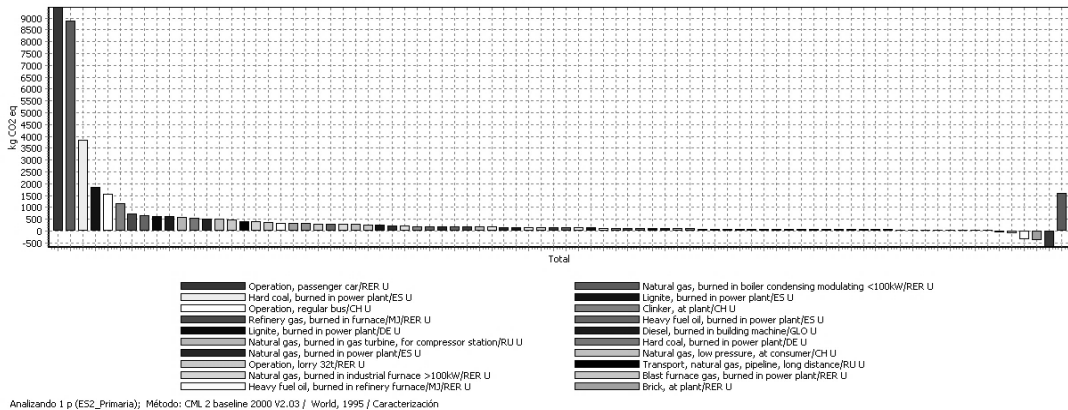


Figura 259 Impacto de emisión de las acciones del inventario para el Escenario II para Primaria.

El árbol de emisiones según los procesos primarios que generan CO<sub>2</sub> de cada elemento del inventario se muestra en la siguiente Figura 260.

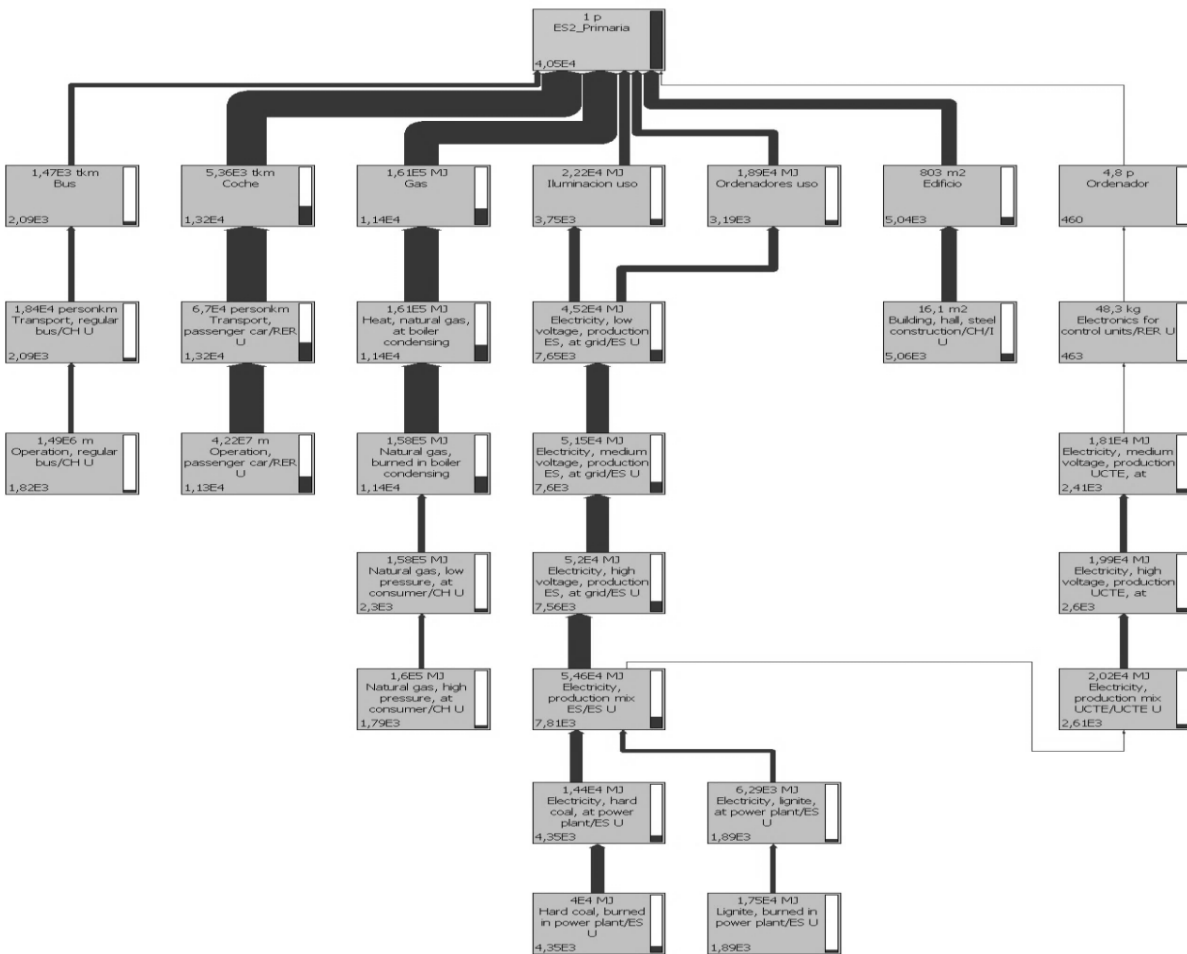


Figura 260 Árbol de emisiones que impactan en la etapa de Primaria para el Escenario II.

4.2.3 ETAPA SECUNDARIA EN EL ESCENARIO II

Se observa que el consumo energético en calefacción es destacable, así como el de desplazamientos, para en esta etapa educativa, tal y como se observa en la siguiente Figura 261.

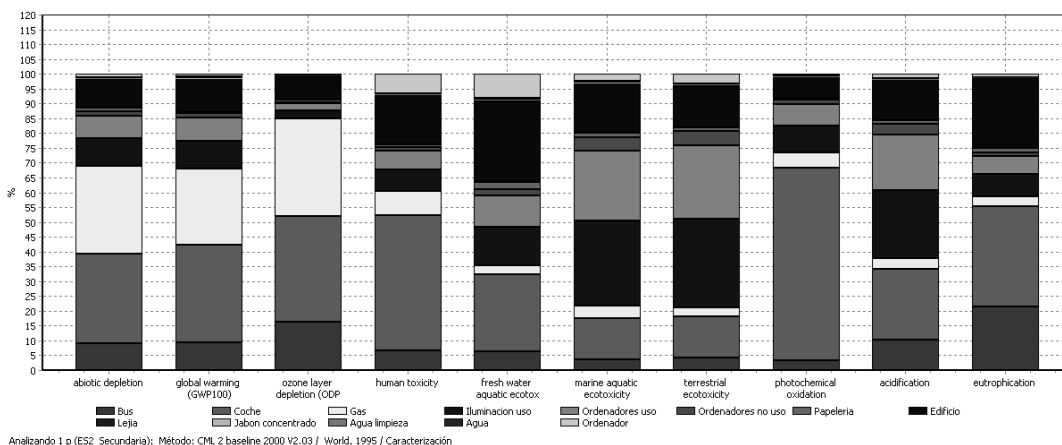


Figura 261 Porcentaje sobre los estudios de impacto del inventario en el Escenario II para Secundaria.

En cuanto a emisiones de gases para GWP100, el CO<sub>2</sub> sigue siendo el más influyente, según se muestra en la Figura 262.

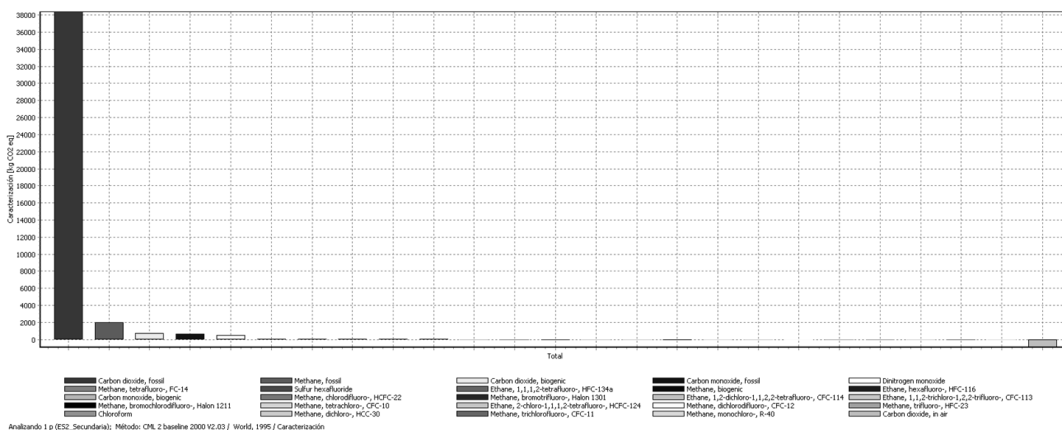


Figura 262 Cantidades de los diferentes de gases emitidos en el Escenario II para Secundaria.

Esto mismo se traduce en procesos de emisiones de CO<sub>2</sub>, que se muestran en la siguiente Figura 263, donde se aprecian que los valores para calefacción y desplazamiento pasan a tomar un primer nivel de referencia.

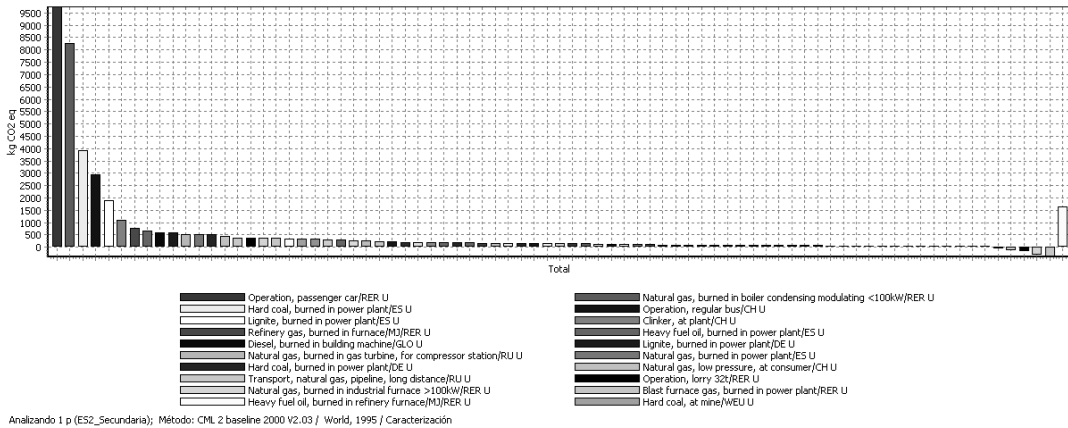


Figura 263 Impacto de emisión de las acciones del inventario para el Escenario II para Secundaria.

Este mismo comportamiento se aprecia en el árbol de emisiones según los procesos primarios que generan CO<sub>2</sub> se muestra en la Figura 264.

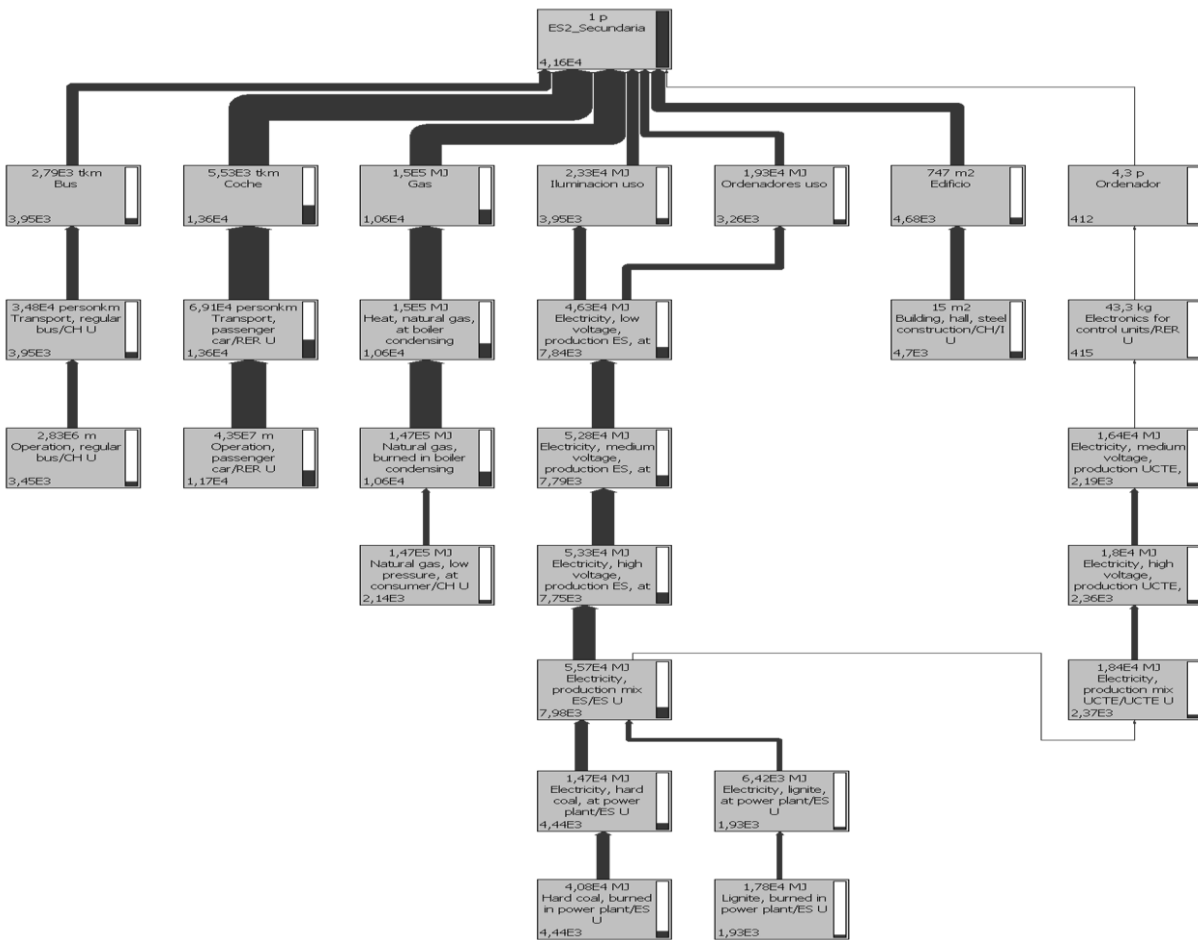


Figura 264 Árbol de emisiones que impactan en la etapa de Secundaria para el Escenario II.



4.2.4 ETAPA CICLOS FORMATIVOS EN EL ESCENARIO II

Se observa que el impacto ambiental se ve fuertemente influenciado por los desplazamientos, dejando en un segundo puesto a la energía consumida, tal y como se observa en la siguiente Figura 265.

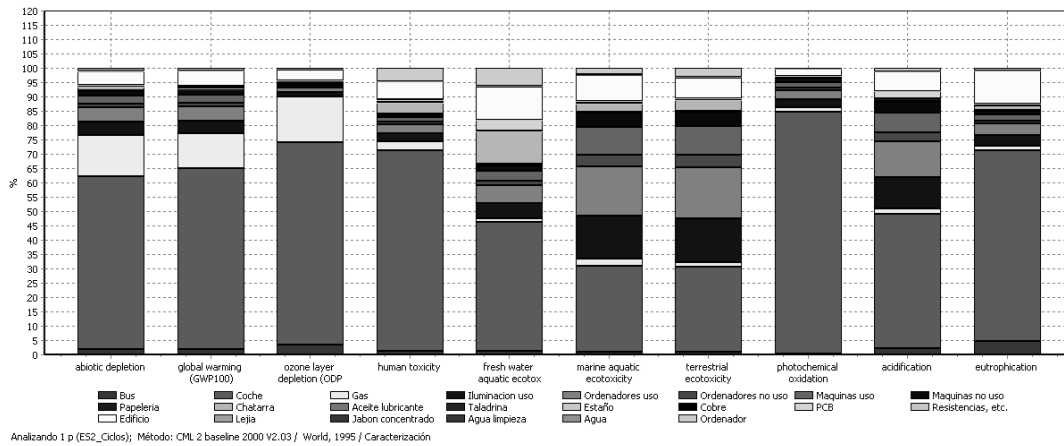


Figura 265 Porcentaje sobre los estudios de impacto de los items del inventario en el Escenario II para CF.

En cuanto a emisiones de gases para GWP100 el CO<sub>2</sub> sigue siendo el más influyente, según se muestra en la Figura 266. Además sus valores son varias veces las de otras etapas educativas.

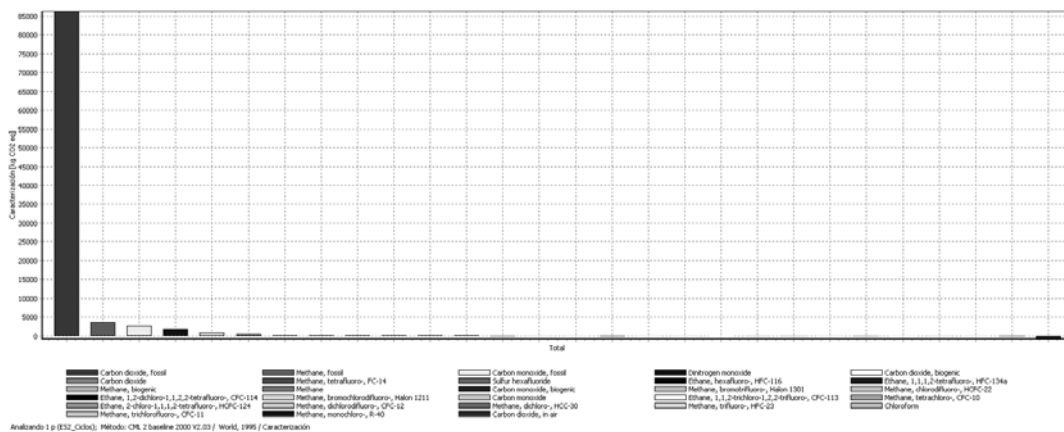


Figura 266 Cantidades de los diferentes de gases emitidos en el Escenario II para CF.

Esto se traduce en procesos de emisiones de CO<sub>2</sub>, que se muestran en la siguiente Figura 267, donde se aprecian la gran cantidad que emite el transporte de pasajeros en vehículo particular, en comparación con el resto de los ítems.

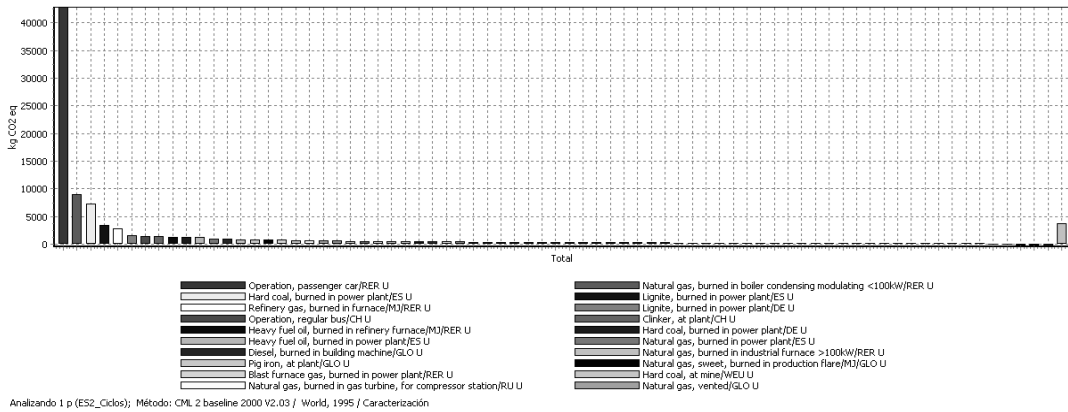


Figura 267 Impacto de emisión de las acciones del inventario para el Escenario II para CF.

El árbol de emisiones que generan CO<sub>2</sub> destaca fuertemente la rama debida a emisiones ocasionadas por el coche, tal y como se muestra en la siguiente Figura 268.

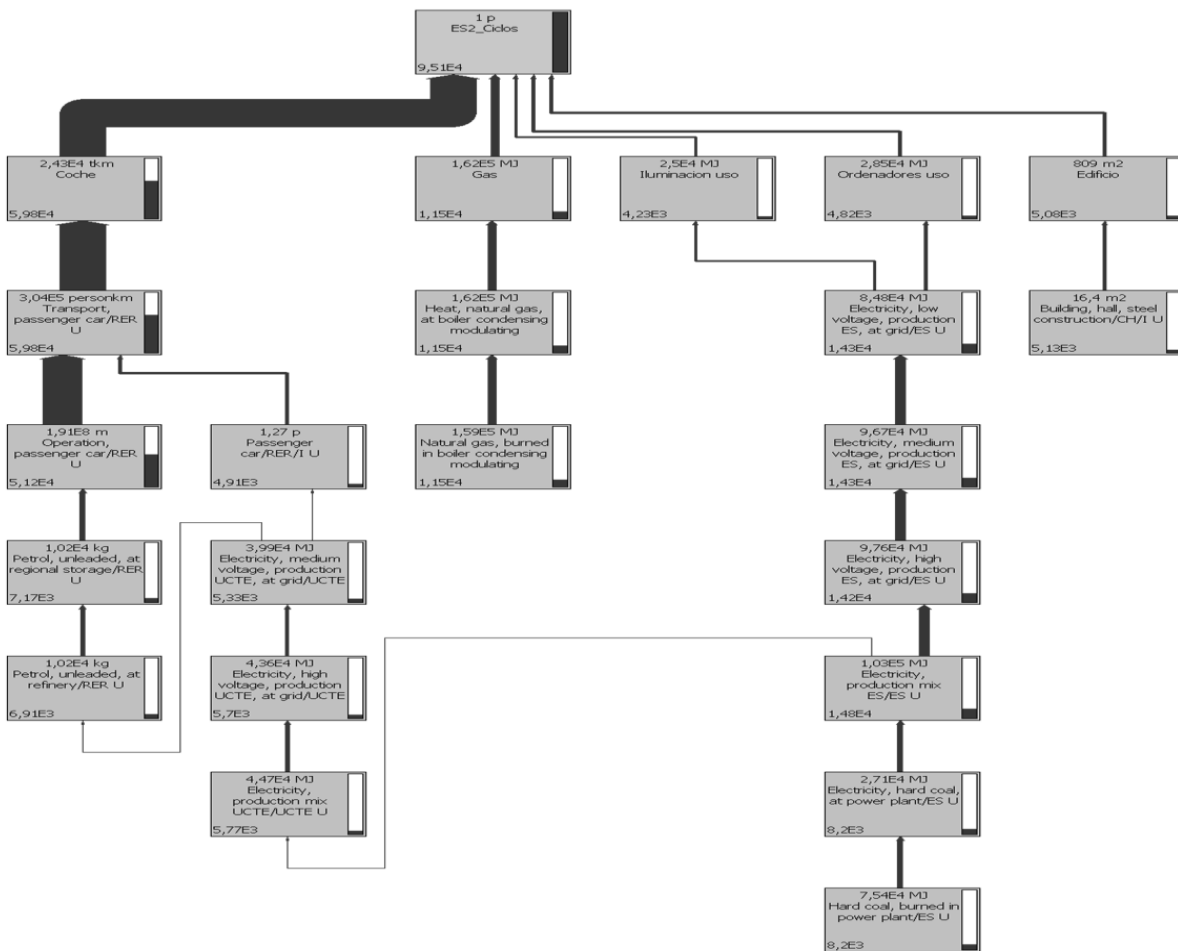


Figura 268 Árbol de emisiones que impactan en la etapa de CF para el Escenario II.

4.2.5 ETAPA FP BÁSICA EN EL ESCENARIO II

Se observa un impacto notablemente alto debido a desplazamiento en coche. Se destaca también el consumo energético de calefacción, según se muestra en la siguiente Figura 269.

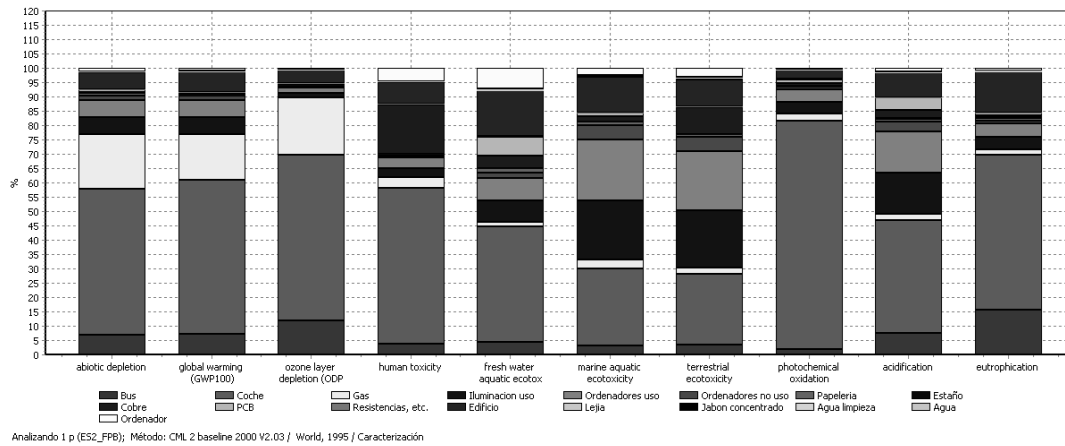


Figura 269 Porcentaje sobre los estudios de impacto de los items del inventario en el Escenario II para FPB.

En cuanto a emisiones de gases para GWP100, el CO<sub>2</sub> sigue siendo el más influyente, según se muestra en la Figura 270.

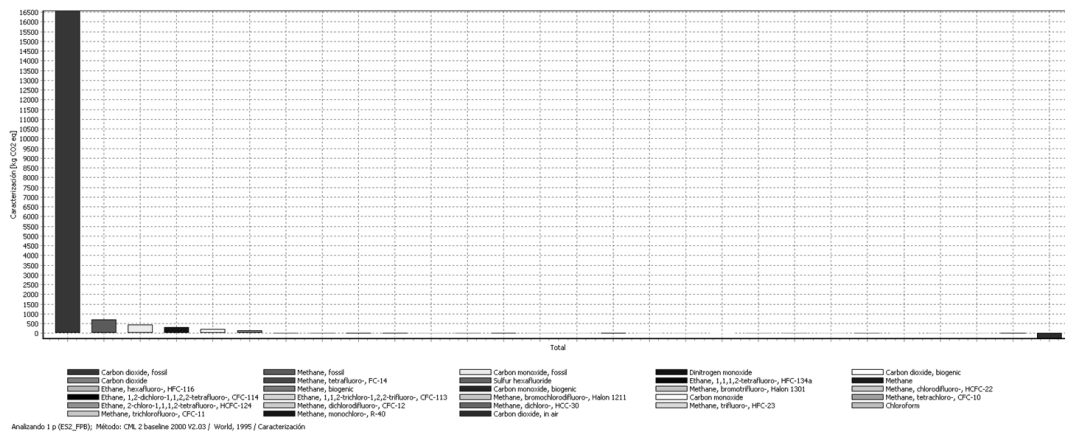


Figura 270 Cantidades de los diferentes de gases emitidos en el Escenario II para FPB.

Esto mismo se traduce en procesos de emisiones de CO<sub>2</sub>, que se muestran en la siguiente Figura 271, donde se aprecian el destacable valor del transporte de pasajero en vehículo particular, respecto al resto.

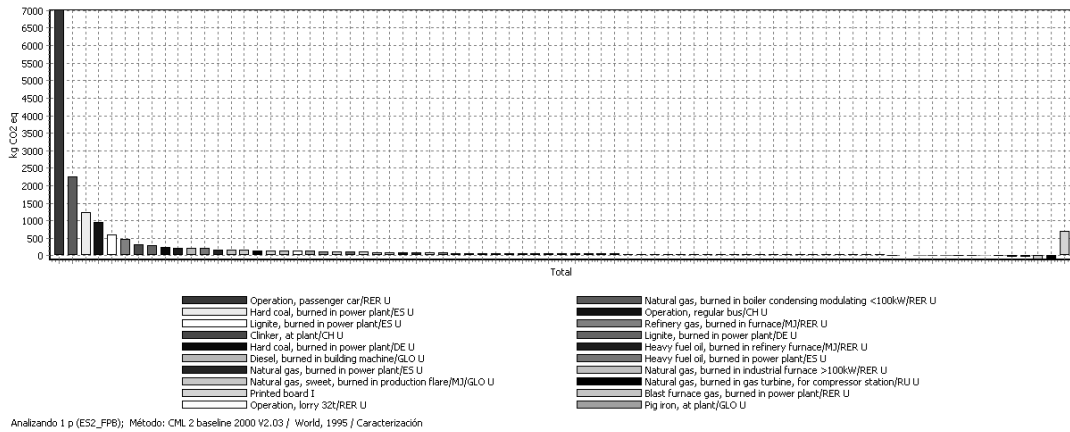


Figura 271 Impacto de emisión de las acciones del inventario para el Escenario II para FPB.

Este es el mismo comportamiento de generación de CO<sub>2</sub> que se muestra en el árbol de emisiones de la siguiente Figura 272.

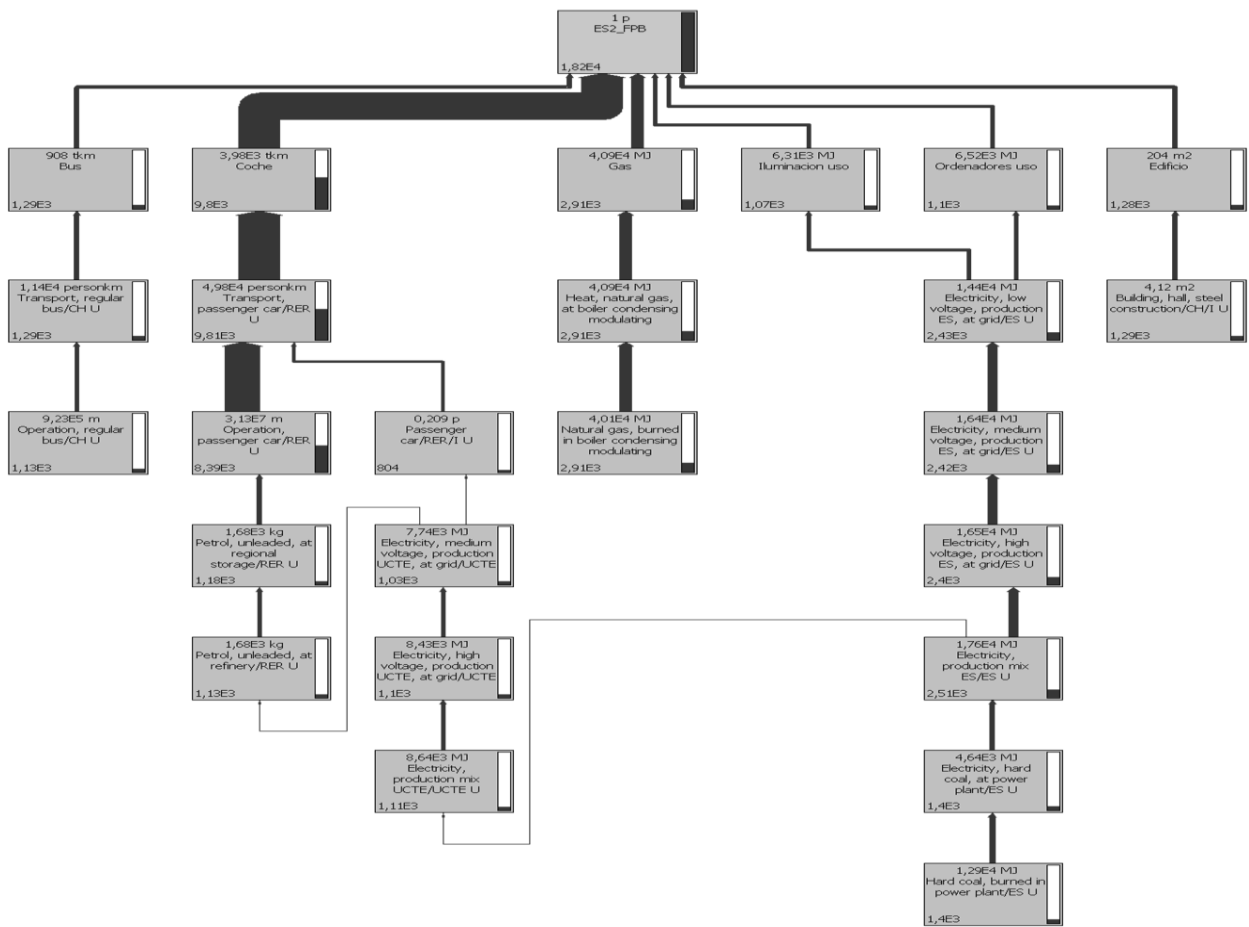


Figura 272 Árbol de emisiones que impactan en la etapa de FPB para el Escenario II.

4.3.1 ETAPA INFANTIL EN EL ESCENARIO III

Se observa un aumento considerable en el porcentaje de desplazamientos, y que el consumo energético también es, tal y como se observa en la Figura 273.

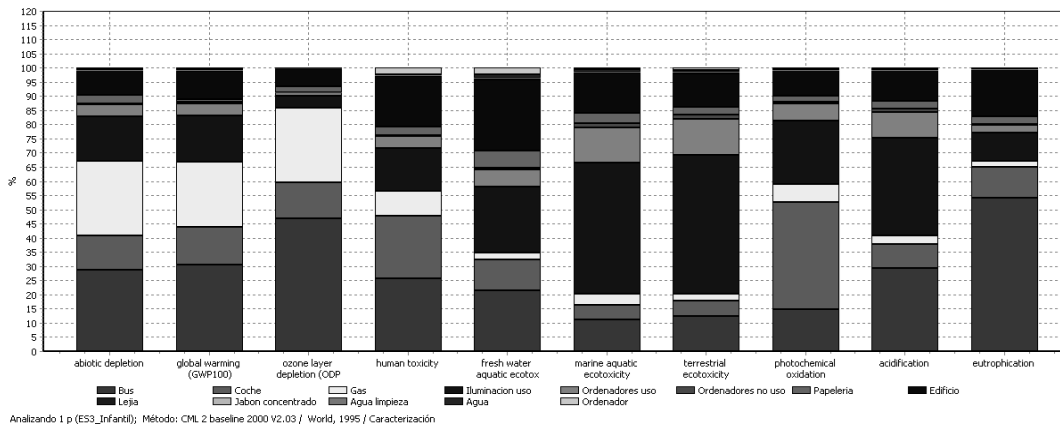


Figura 273 Porcentaje sobre los estudios de impacto del inventario en el Escenario III para Infantil.

En cuanto a emisiones de gases para GWP100, el CO<sub>2</sub> sigue siendo el más influyente, según se muestra en la Figura 274.

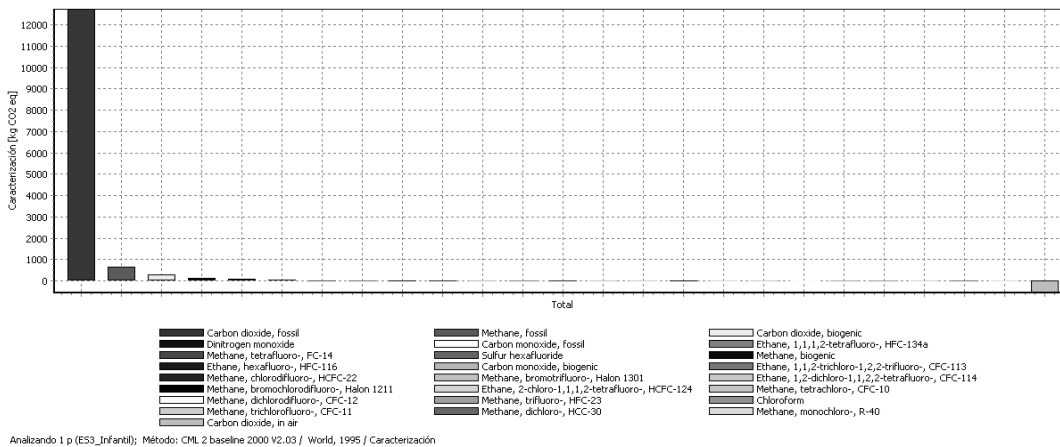


Figura 274 Cantidades de los diferentes de gases emitidos en el Escenario III para Infantil.

Esto mismo se traduce en procesos de emisiones de CO<sub>2</sub>, que se muestran en la siguiente Figura 275, donde se aprecian los valores de gas natural, carbón y el gran aumento para esta etapa de transporte público.

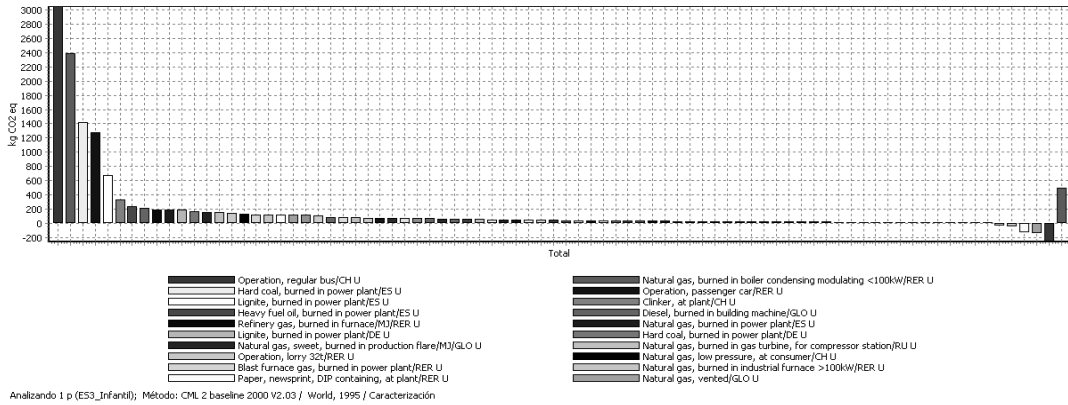


Figura 275 Impacto de emisión de las acciones del inventario para el Escenario III para Infantil.

Este comportamiento se muestra gráficamente en el árbol de emisiones de CO<sub>2</sub> de cada elemento del inventario se muestra en la Figura 276.

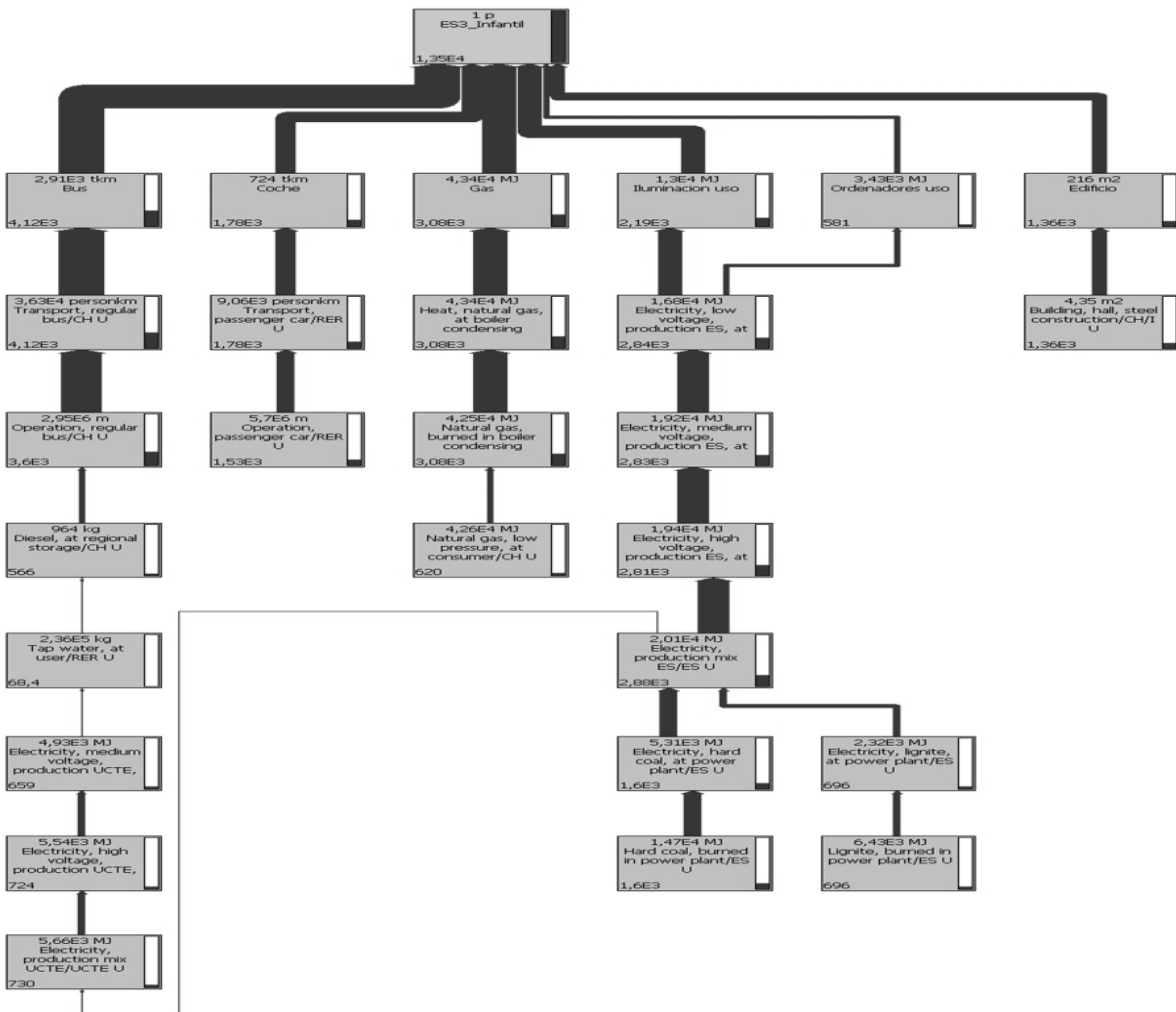


Figura 276 Árbol de emisiones que impactan en la etapa de Infantil para el Escenario III.

4.3.2 ETAPA PRIMARIA EN EL ESCENARIO III

Se observa de la misma forma que en la etapa de infantil un aumento considerable en el porcentaje de desplazamientos, tal y como se observa en la Figura 277.

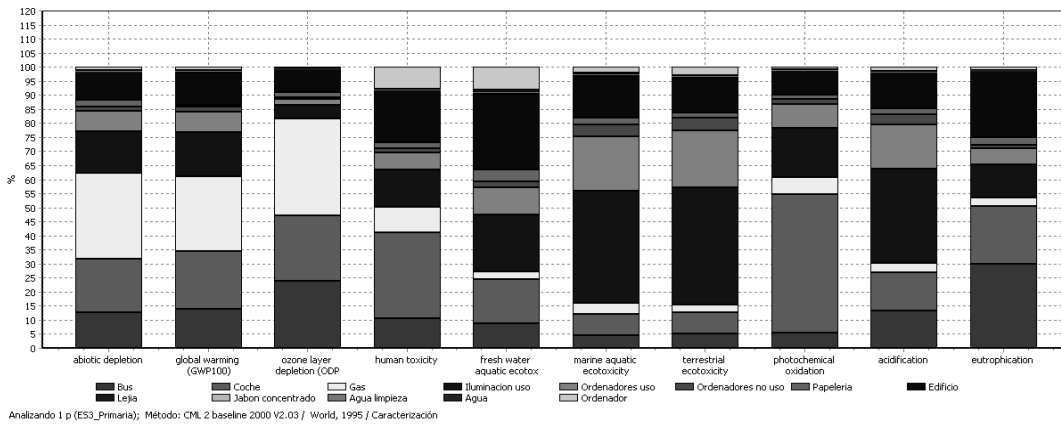


Figura 277 Porcentaje sobre los estudios de impacto de los items del inventario en el Escenario III para Primaria.

En cuanto a emisiones de gases para GWP100, el CO<sub>2</sub> sigue siendo el más influyente, según se muestra en la Figura 278.

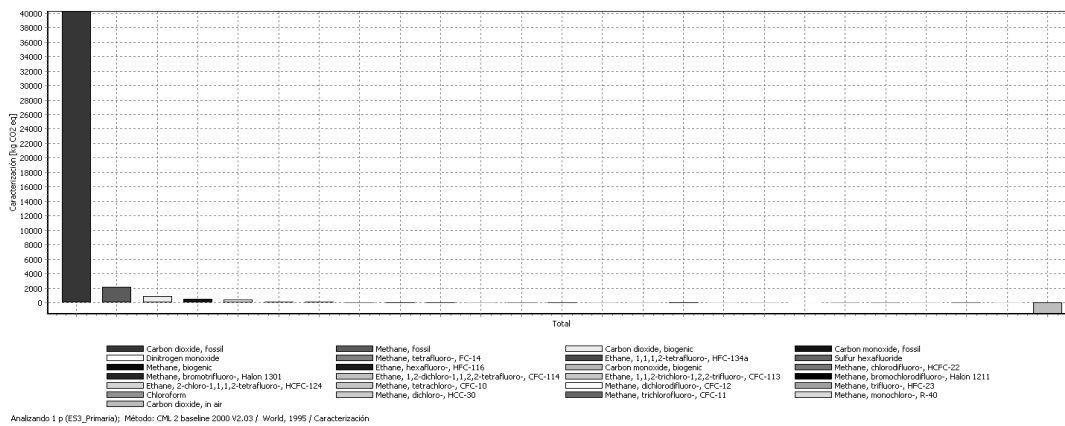


Figura 278 Cantidades de los diferentes de gases emitidos en el Escenario III para Primaria.

Esto mismo se traduce en procesos de emisiones de CO<sub>2</sub>, que se muestran en la siguiente Figura 279, donde se aprecian los valores de gas natural, carbón y el gran aumento para esta etapa de transporte público.

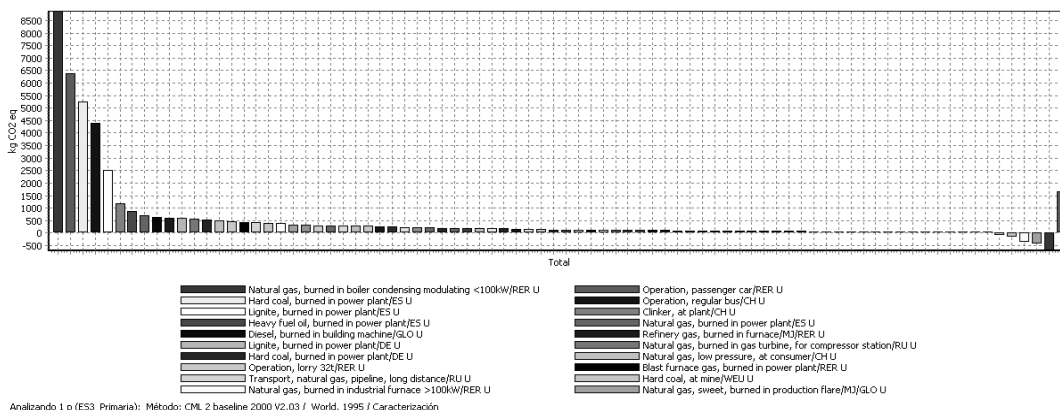


Figura 279 Impacto de emisión de las acciones del inventario para el Escenario III para Primaria.

El árbol de emisiones según los procesos primarios que generan CO<sub>2</sub> de cada elemento del inventario se muestra en la siguiente Figura 280.



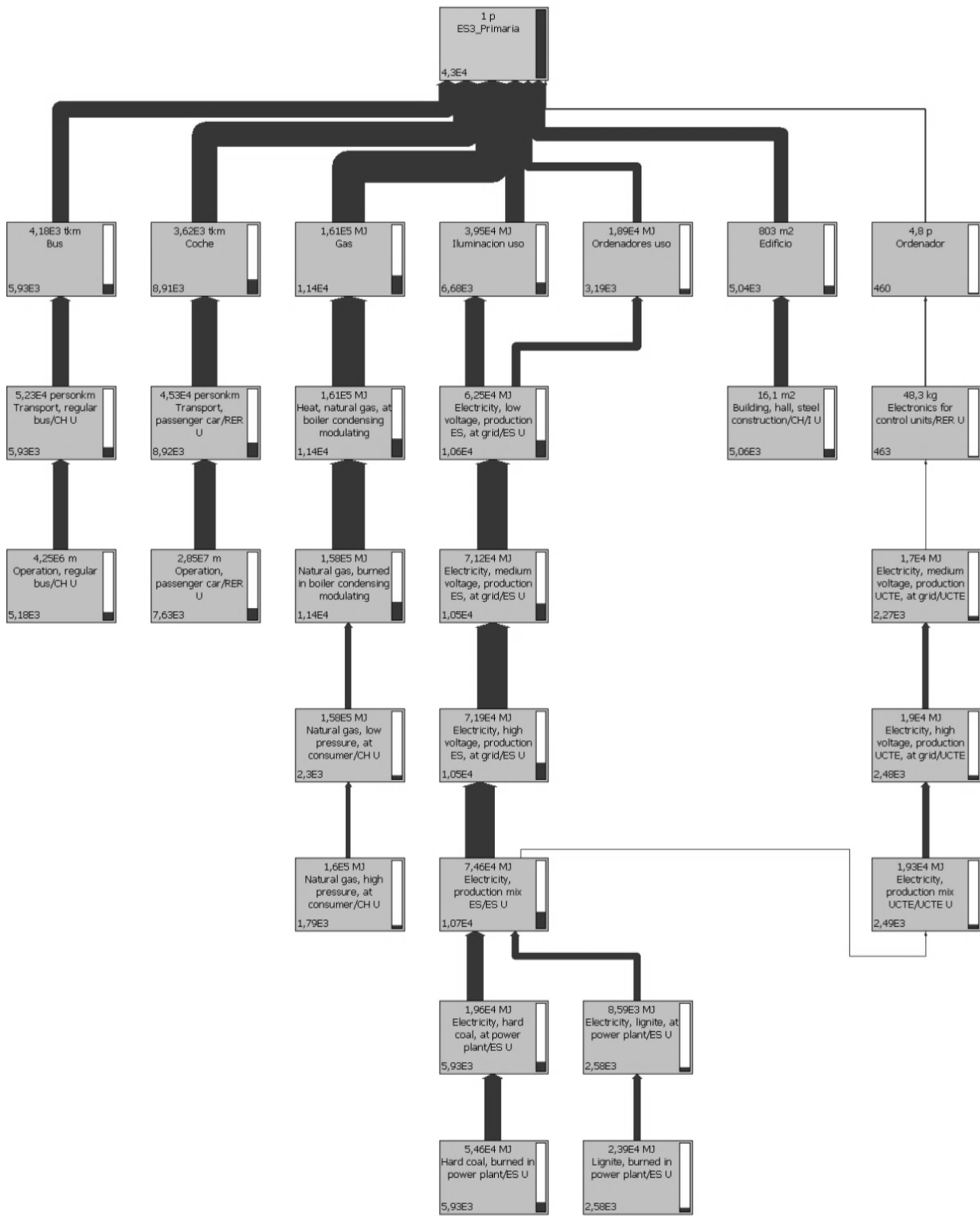


Figura 280 Árbol de emisiones que impactan en la etapa de Primaria para el Escenario III.

4.3.3 ETAPA SECUNDARIA EN EL ESCENARIO III

El aumento del impacto de los desplazamientos varía desde el 16 % y el 60% dependiendo de la categoría de impacto. Es una fuerte influencia, que se representa en la siguiente Figura 281.

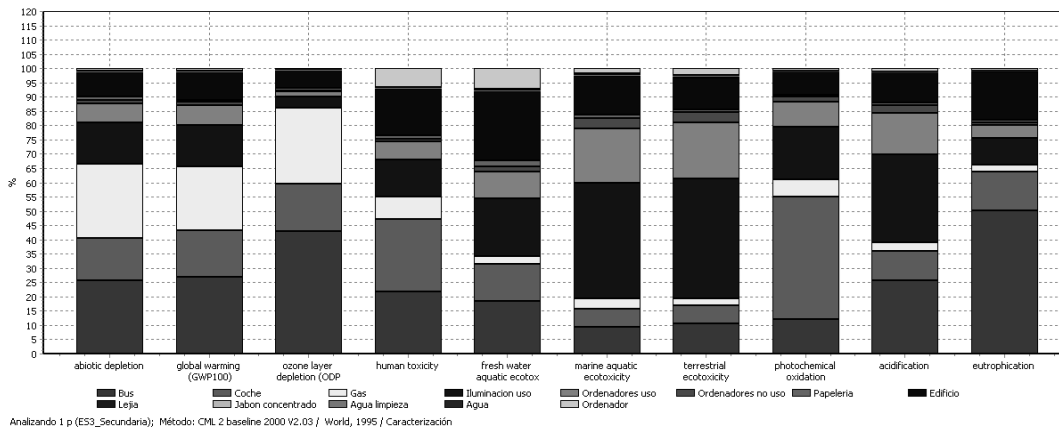


Figura 281 Porcentaje sobre los estudios de impacto de los items del inventario en el Escenario III para Secundaria.

En cuanto a emisiones de gases para GWP100, el CO<sub>2</sub> sigue siendo el más influyente, según se muestra en la Figura 282.

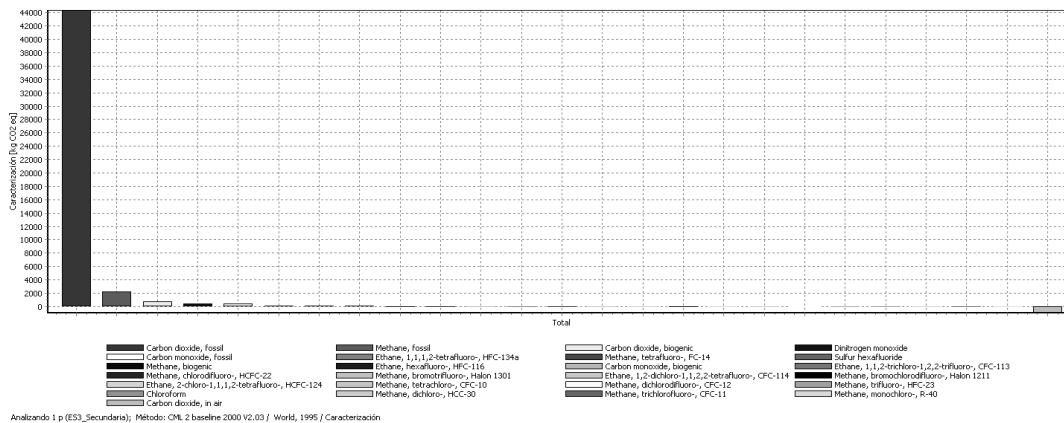


Figura 282 Cantidades de los diferentes de gases emitidos en el Escenario III para Secundaria.

En la siguiente Figura 283 se puede apreciar que los desplazamientos son muy influyentes. Las emisiones de coche y de autobús juntas alcanzan las 15 Ton de emisiones, destacables, con respecto al resto.

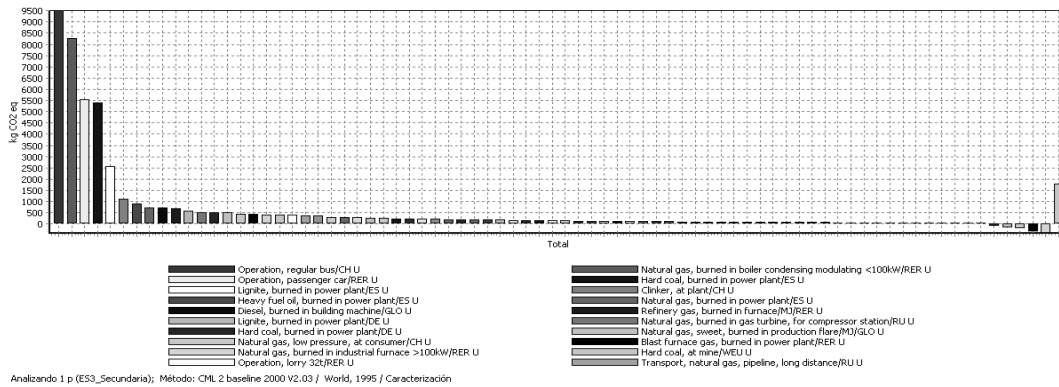


Figura 283 Impacto de emisión de las acciones del inventario para el Escenario III para Secundaria.

En el árbol de emisiones según los procesos primarios que generan CO<sub>2</sub> se refleja este mismo comportamiento, representado en la Figura 284.

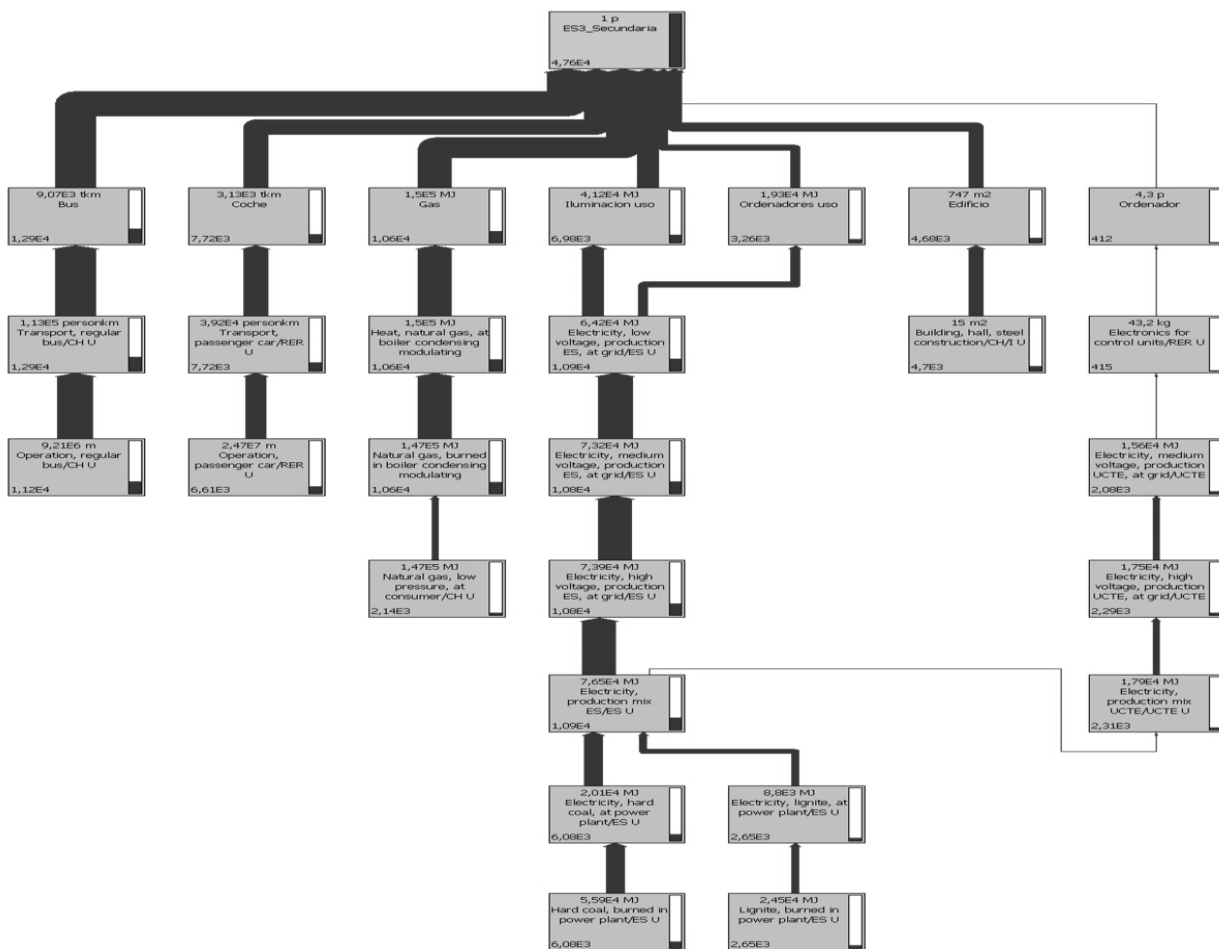


Figura 284 Árbol de emisiones que impactan en la etapa de Secundaria para el Escenario III.

4.3.4 ETAPA CICLOS FORMATIVOS EN EL ESCENARIO III

Se observa que el fuerte impacto ambiental debido a los desplazamientos, se ve ligeramente aumentado. En un segundo puesto, la energía consumida se refleja, tal y como se observa en la siguiente Figura 285.

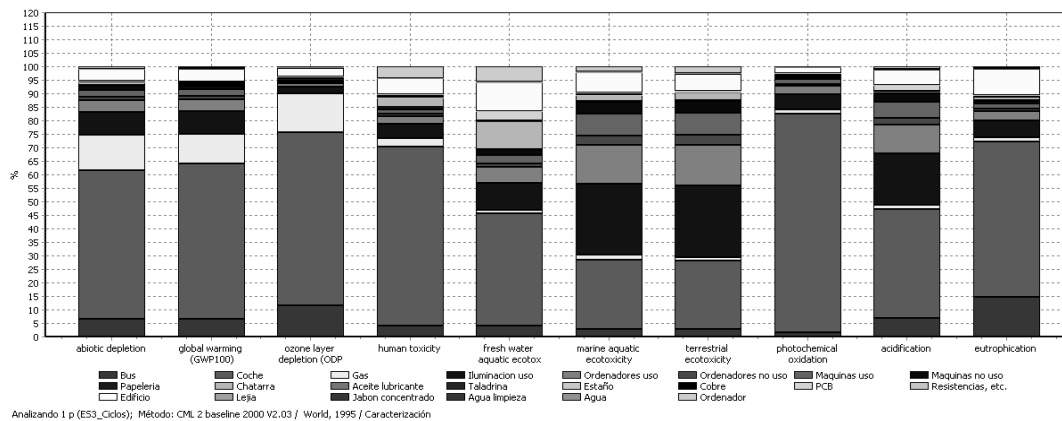


Figura 285 Porcentaje sobre los estudios de impacto del inventario en el Escenario III para CF.

En cuanto a emisiones de gases para GWP100 el CO<sub>2</sub> sigue siendo el más influyente, según se muestra en la Figura 286. Además sus valores son varias veces las de otras etapas educativas.

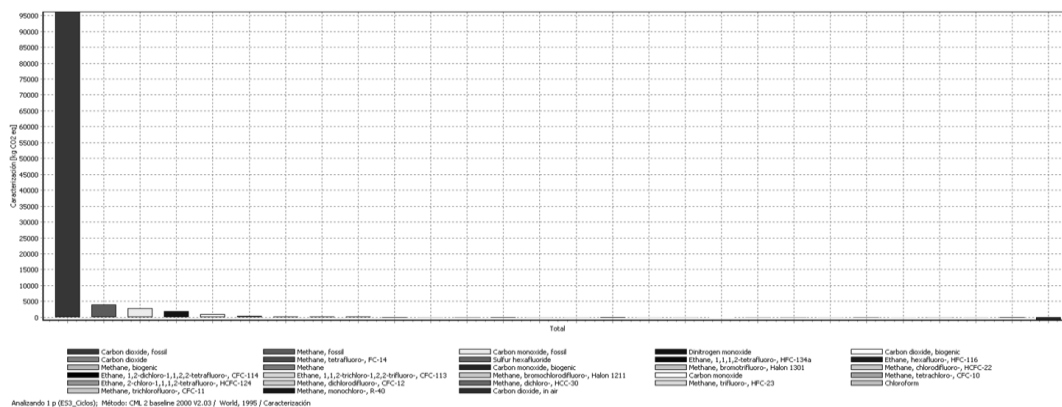
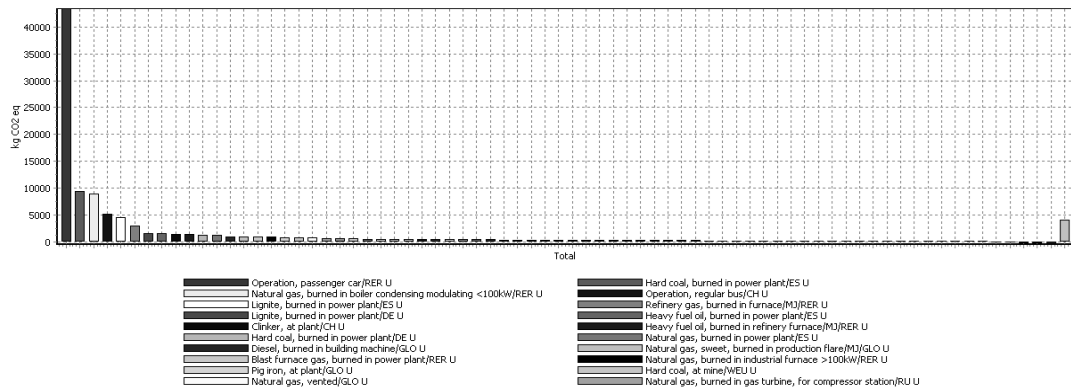


Figura 286 Cantidades de los diferentes de gases emitidos en el Escenario III para CF.

Esto mismo se traduce en procesos de emisiones de CO<sub>2</sub>, que se muestran en la siguiente Figura 287, donde se aprecian los valores inferiores de gas natural, carbón respecto al transporte de pasajero en vehículo particular.



Analizando 1 p (ES3\_Ciclos); Método: CML 2 baseline 2000 V2.03 / World, 1995 / Caracterización

Figura 287 Impacto de emisión de las acciones del inventario para el Escenario III para CF.

El árbol de emisiones que generan CO<sub>2</sub> destaca fuertemente la rama debida a emisiones del transporte en coche. Esto se ve en la Figura 288.

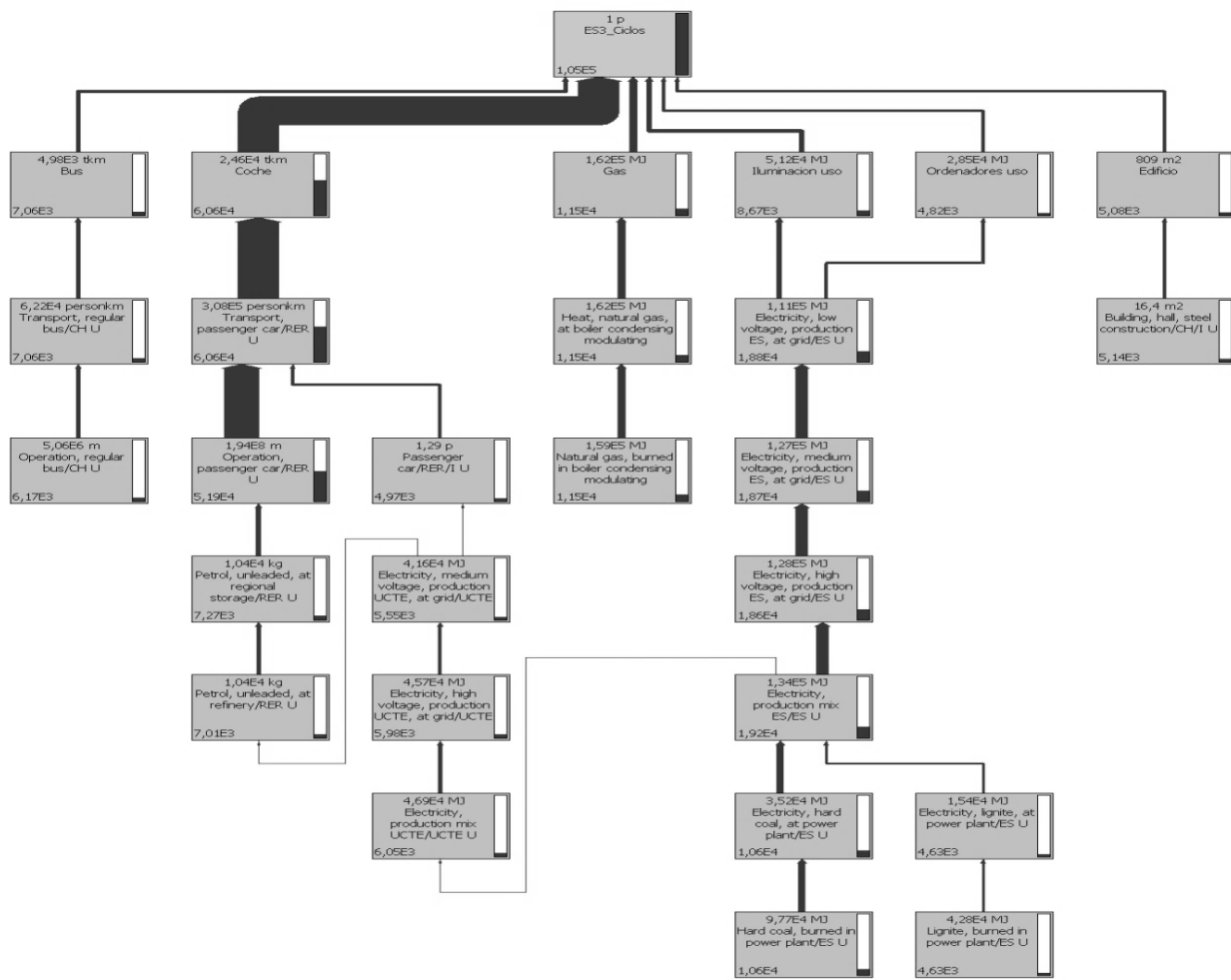


Figura 288 Árbol de emisiones que impactan en la etapa de CF para el Escenario III.

4.3.5 ETAPA FP BÁSICA EN EL ESCENARIO III

Se observa un impacto notablemente alto debido a desplazamiento en coche y un aumento del desplazamiento en autobús, según se muestra en la siguiente Figura 289.

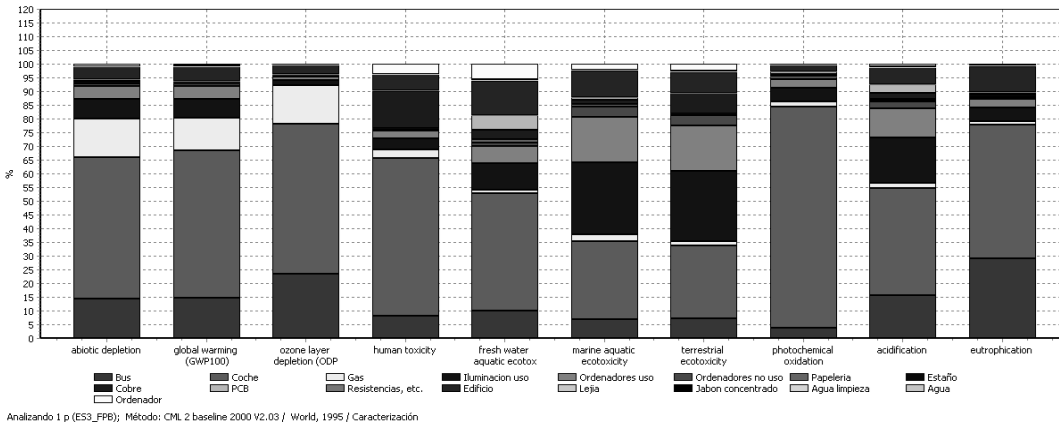


Figura 289 Porcentaje sobre los estudios de impacto del inventario en el Escenario III para FPB.

En cuanto a emisiones de gases para GWP100, el CO<sub>2</sub> sigue siendo el más influyente, según se muestra en la Figura 290.

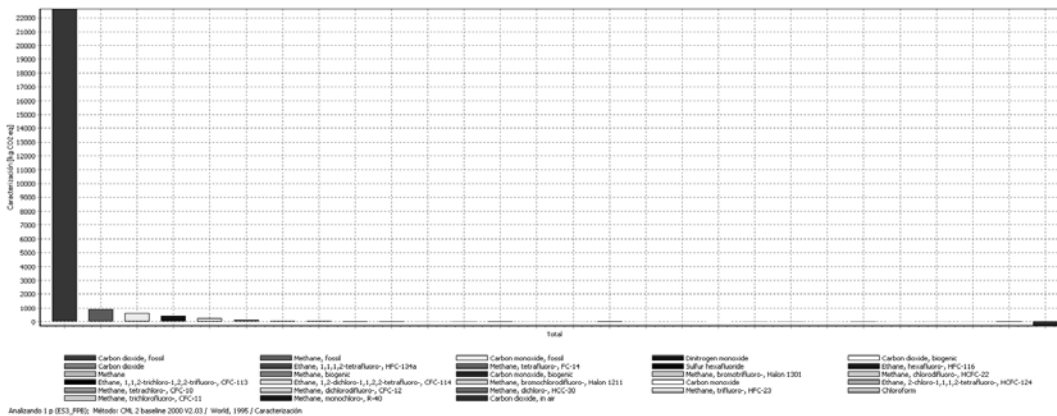


Figura 290 Cantidades de los diferentes de gases emitidos en el Escenario III para FPB.

Esto mismo se traduce en procesos de emisiones de CO<sub>2</sub>, que se muestran en la siguiente Figura 291, donde se aprecian el destacable valor del transporte de pasajero en vehículo particular, respecto al resto.

# CAPÍTULO 6

## 6 CONCLUSIONES

En toda la investigación referente al impacto ambiental en centros educativos, esta investigación aporta una comparativa que puede aclarar de forma cualitativa varias de las tendencias en cuanto al impacto ambiental se refiere, para las distintas etapas educativas en el complicado análisis que es de por sí un centro educativo.

La comparativa entre etapas, así como los escenarios elegidos aportan información de cuánto pueden variar las emisiones dependiendo de las etapas educativas, según los hábitos de vida de cada individuo. Hasta el momento, son varias las investigaciones de elementos particulares en alguna de las etapas concretas, y este análisis aportará una clara comparativa de la tendencia de que los alumnos emiten más cantidad de CO<sub>2</sub> cuanto más ascienden en el sistema educativo.

Es de por sí muy complicado conocer exactamente los valores exactos del inventario establecido, con el fin de obtener una comparativa cuantitativa que sirviese de referencia para la

# BIBLIOGRAFÍA

## BIBLIOGRAFÍA

- International Organization for Standardization. (2006). *Environmental management – life cycle assessment – requirements and guidelines*. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.
- Alshamrani, O. S., Gala, K., & Alkass, S. (2014). Integrated LCA-LEED sustainability assessment model for structure and envelope systems of school buildings. *BUILDING AND ENVIRONMENT*, 61-70.
- Alvarez, S., Blanquer, M., & Rubio, A. (2014). Carbon footprint using the Compound Method based on Financial Accounts. The case of the School of Forestry Engineering, Technical University of Madrid. *Journal of cleaner production*, 224 - 232.
- Dong, X. (2013). The New Method Exploration and Research on Product Carbon Footprint Calculation. *ADVANCED DESIGN AND MANUFACTURING TECHNOLOGY III, PTS 1-4*, 750-753.
- Fundación Faustino Orbegozo Eizaguirre. (1988). *Curvas y tablas de crecimiento*. Fundación Faustino Orbegozo Eizaguirre.



- Green, G., Morris, J., & Wade, M. (2012). Health, sustainability and student travel. *Nurse education in practice*, 41-5.
- Heinonen, J., & Junnila, S. (2011). Case study on the carbon consumption of two metropolitan cities. *INTERNATIONAL JOURNAL OF LIFE CYCLE ASSESSMENT*, Vol: 16 Num: 6 Pag: 569-579.
- International Organization for Standardization. (2006). *ISO. Environmental management – life cycle assessment – principles and framework*. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.
- Kenny, T., & Gray, N. (2009). Comparative performance of six carbon footprint models for use in Ireland. *Environmental Impact Assessment Review*, 1-6.
- Kretschmer, A., Spinler, S., & Van Wassenhove, L. N. (2014). A School Feeding Supply Chain Framework: Critical Factors for Sustainable Program Design. *PRODUCTION AND OPERATIONS MANAGEMENT*, 990-1001.
- Lambrechts, W., & Van Liedekerke, L. (2014). Using ecological footprint analysis in higher education: Campus operations, policy development and educational purposes. *ECOLOGICAL INDICATORS*, 402-406.
- Lo, K. (2015). Campus sustainability in Chinese higher education institutions Focuses, motivations and challenges. *INTERNATIONAL JOURNAL OF SUSTAINABILITY IN HIGHER EDUCATION*, 34-43.
- Long, J., Harre, N., & Atkinson, Q. D. (2015). Social clustering in high school transport choices. *JOURNAL OF ENVIRONMENTAL PSYCHOLOGY*, 155-165.
- McGain, F., & Naylor, C. (2014). Environmental sustainability in hospitals - a systematic review and research agenda. *JOURNAL OF HEALTH SERVICES RESEARCH & POLICY Volumen: 19 Número: 4* , 245-252.
- Messagie, M., Mertens, J., Oliveira, L., Rangaraju, S., Sanfelix, J., & Coosemans, T. (2014). The hourly life cycle carbon footprint of electricity generation in Belgium, bringing a temporal resolution in life cycle assessment. *APPLIED ENERGY*, 469-476.
- Onat, N. C., Kucukvar, M., & Tatari, O. (2014). Integrating triple bottom line input-output analysis into life cycle sustainability assessment framework: the case

- for US buildings. *INTERNATIONAL JOURNAL OF LIFE CYCLE ASSESSMENT* Volumen: 19 Número: 8 , 1488-1505 .
- Owens, J. (1996). LCA impact assessment categories: technical feasibility and accuracy. *Int J Life Cycle Assess*, 1(3):151–8.
- Padgett, J., Steinemann, A., Clarke, J., & Vandenberg, M. (2008). A comparison of carbon calculators. *ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT REVIEW* vol 28, 106-115.
- Pepper, C. (2014). Leading for sustainability in Western Australian regional schools. *EDUCATIONAL MANAGEMENT ADMINISTRATION & LEADERSHIP*, 506-519.
- Solis-Guzman, J., Marrero, M., & Ramirez-de-Arellano, A. (2013). Methodology for determining the ecological footprint of the construction of residential buildings in Andalusia (Spain). *ECOLOGICAL INDICATORS*, 239-249.
- Spahiu, M., Korca, B., & Lindemann-Matthies, P. (2014). Environmental Education in High Schools in Kosovo-A teachers' perspective. *INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENCE EDUCATION*, 2750-2771.
- Sundarakani, B., de Souza, R., Goh, M., Wagner, S., & Manikandan, S. (2010). Modeling carbon footprints across the supply chain. *INTERNATIONAL JOURNAL OF PRODUCTION ECONOMICS* Volumen: 128 num 1, Pags: 43-50.
- Udo de Haes, H. R. (2007). Life-cycle assessment for energy analysis and management. *Appl Energy* 2007, 84(7–8):817–27.
- Warner, B., & Elser, M. (2015). How Do Sustainable Schools Integrate Sustainability Education? An Assessment of Certified Sustainable K-12 Schools in the United States. *JOURNAL OF ENVIRONMENTAL EDUCATION*, 1-22.
- Wright, D., Leigh, R., Kleinberg, J., Abbott, K., & Scheibb, J. (2014). New York City can eliminate the carbon footprint of its buildings by 2050. *Energy for Sustainable Development* Volume 23, Pages 46–58.

- You, F., Hu, D., Zhang, H., Guo, Z., Zhao, Y., & Wang, B. (2011). Carbon emissions in the life cycle of urban building system in China—A case study. *Ecological Complexity*, 201–212.
- 김뇌현, 김준범, 김영빈, & 이종태. (2013). Water Footprint Evaluation of Korean Foods using Lunch Menu Data of High Schools. *Journal of Korean Society for Environmental Education Volumen: 26 Número: 2*, 145-156.
- 여인호, 김준범, 강석교, & 김진범. (2012). Evaluation and Comparison Study of Carbon Footprint of High School Students: Focused on Commute to School in Big, Middle, Small Size City. *Journal of Korean Society for Environmental Education*, 15-24.
- 이영준, 이상원, & 김종우. (2013). The Development and Effectiveness of Carbon Footprint Concept-Based Low Carbon Education Program for the Middle Grades in Elementary School. *Journal of Korean Practical Arts Education Volumen: 19 Número: 2*, 195-222.