

Informe Final

Volumen1

DETERMINACIÓN Y PRIORIZACIÓN DE ALTERNATIVAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA LOS SUBSECTORES MANUFACTUREROS CÓDIGOS CIU 19 A 31 EN COLOMBIA A PARTIR DE LA CARACTERIZACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO PARA SUS DIFERENTES PROCESOS, USOS Y EQUIPOS DE USO FINAL



Presentado a:

UPME

Presentado por:

CORPOEMA

Bogotá, Diciembre de 2014



CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 GENERALIDADES.....	1
1.2 OBJETIVOS.....	3
1.2.1 Objetivo general.....	3
1.2.2 Objetivos específicos.....	3
2. METODOLOGÍA DE DESARROLLO	4
2.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	4
2.1.1 Marco de muestra.....	5
2.1.2 Selección de la muestra	8
2.1.3 Evaluaciones energéticas realizadas en campo.....	16
2.2 METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL TRABAJO DE CAMPO Y DETERMINACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS EMPRESAS.....	20
2.2.1 Desarrollo de las evaluaciones energéticas y determinación de alternativas de eficiencia energética.....	20
2.2.2 Descripción general del trabajo de campo	20
2.2.3 Determinación de las alternativas de ahorro de energía	23
2.2.4 Análisis de riesgos	24
2.3 EQUIPOS DE MEDICIÓN	25
2.3.1 Data Logger	25
2.3.2 Transductor de corriente	26
2.3.3 Transductores de temperatura.....	27
2.3.4 Analizadores de red y de calidad de energía	27
2.3.5 Cámaras Termográficas.....	28
2.3.6 Data Logger Trifásico.....	28
2.3.7 Termohigroanemómetros.....	28

2.3.8	Vatímetro digital, Multímetros y pinzas amperimétricas digitales	29
2.3.9	Tablets.....	30
2.3.10	Medidores de GLP y caudalímetro.....	30
2.3.11	Detector de fugas.....	31
2.3.12	Analizador de combustión	31
2.3.13	Detector de circuitos.....	32
2.4	MECANISMOS DE CONTROL IMPLEMENTADOS PARA GARANTIZAR LA CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	32
2.5	FORMATOS DE CAPTURA DE INFORMACIÓN	33
3.	<u>DEFINICIÓN DE LAS INDUSTRIAS NACIONALES CIU 19 A 31</u>	<u>72</u>
3.1	DESCRIPCIÓN Y PROCESOS EN LAS INDUSTRIAS.....	72
3.1.1	División 19: Coquización, fabricación de productos de la refinación del petróleo y actividad de mezcla de combustibles	74
3.1.2	División 20: Fabricación de sustancias y productos químicos	77
3.1.3	División 21: Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos de uso farmacéutico	83
3.1.4	División 22: Fabricación de productos de caucho y de plástico	85
3.1.5	División 23: Fabricación de otros productos minerales no metálicos	89
3.1.6	División 24: Fabricación de productos metalúrgicos básicos	94
3.1.7	División 25: Fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo	97
3.1.8	División 26: Fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos ...	100
3.1.9	División 27: Fabricación de aparatos y equipo eléctrico	103
3.1.10	División 28: Fabricación de maquinaria y equipo N.C.P.	106
3.1.11	División 29: Fabricación de vehículos automotores, remolques y semirremolques.....	108
3.1.12	División 30: Fabricación de otros tipos de equipo de transporte.....	113
3.1.13	División 31: Fabricación de muebles, colchones y somieres	113
3.2	PROCESOS Y TECNOLOGÍAS.....	116
4.	<u>ANÁLISIS ENERGÉTICO A PARTIR DE INFORMACIÓN SECUNDARIA... 117</u>	<u>117</u>

4.1	BALANCES ENERGÉTICOS	117
4.2	ENCUESTA ANUAL MANUFACTURERA.....	121
4.3	SISTEMA ÚNICO DE INFORMACIÓN.....	125
4.4	XM - CONSUMOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA USUARIOS NO REGULADOS.....	127
4.5	CONCENTRA - CONSUMOS DE GAS NATURAL.....	130
5.	<u>DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES DE EXPANSIÓN.....</u>	<u>134</u>
5.1	FUENTES DE INFORMACIÓN.....	134
5.1.1	Establecimientos del sector industrial.....	134
5.2	MUESTRA DEFINITIVA PARA EXPANSIÓN	139
5.3	FACTORES DE EXPANSIÓN.....	141
6.	<u>ESTIMACIÓN DE LOS CONSUMOS DE ENERGÍA DE LOS CIU 19 A 31 A PARTIR DE LOS FACTORES DE EXPANSIÓN</u>	<u>146</u>
6.1	PARÁMETROS ESTADÍSTICOS DE LOS RESULTADOS DE LOS ESTABLECIMIENTOS MEDIDOS	146
6.2	ANÁLISIS DE INDICADORES DEL CONSUMO DE ENERGÍA.....	153
6.3	ESTIMACIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA	161
6.4	ESTIMACIÓN DEL CONSUMO DE GAS NATURAL.....	163
6.5	ESTIMACIÓN DEL CONSUMO DE CARBÓN MINERAL	164
6.6	OTROS ENERGÉTICOS.....	165
7.	<u>CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DEL SECTOR INDUSTRIAL EN COLOMBIA CIU 19 A 31.....</u>	<u>167</u>
7.1	CIU 19.....	167
7.1.1	Establecimientos.....	167
7.1.2	Energéticos.....	170
7.1.3	Usos finales de la energía	172
7.2	CIU 20.....	174
7.2.1	Establecimientos.....	174
7.2.2	Energéticos.....	177
7.2.3	Usos finales de la energía	179

7.3	CIU 21	181
7.3.1	Establecimientos	181
7.3.2	Energéticos.....	184
7.3.3	Usos finales de la energía	186
7.4	CIU 22	187
7.4.1	Establecimientos	187
7.4.2	Energéticos.....	190
7.4.3	Usos finales de la energía	192
7.5	CIU 23	195
7.5.1	Establecimientos	195
7.5.2	Energéticos.....	197
7.5.3	Usos finales de la energía	199
7.6	CIU 24	202
7.6.1	Establecimientos	202
7.6.2	Energéticos.....	204
7.6.3	Usos finales de la energía	206
7.7	CIU 25	208
7.7.1	Establecimientos	208
7.7.2	Energéticos.....	211
7.7.3	Usos finales de la energía	213
7.8	CIU 26	215
7.8.1	Establecimientos	215
7.8.2	Energéticos.....	218
7.8.3	Usos finales de la energía	220
7.9	CIU 27	222
7.9.1	Establecimientos	222
7.9.2	Energéticos.....	224
7.9.3	Usos finales de la energía	226
7.10	CIU 28	228

7.10.1	Establecimientos	228
7.10.2	Energéticos.....	231
7.10.3	Usos finales de la energía	233
7.11	CIU 29.....	236
7.11.1	Establecimientos	236
7.11.2	Energéticos.....	238
7.11.3	Usos finales de la energía	240
7.12	CIU 30.....	243
7.12.1	Establecimientos	243
7.12.2	Energéticos.....	245
7.12.3	Usos finales de la energía	247
7.13	CIU 31.....	249
7.13.1	Establecimientos	249
7.13.2	Energéticos.....	251
7.13.3	Usos finales de la energía	253
8.	<u>ANÁLISIS DE LOS PRINCIPALES EQUIPOS DE USO FINAL</u>	<u>256</u>
8.1	MOTORES.....	256
8.2	CALOR DIRECTO Y CALOR INDIRECTO	259
8.2.1	Calor Directo	259
8.2.2	Calor indirecto.....	264
9.	<u>ALTERNATIVAS TÉCNICAS Y TECNOLÓGICAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA</u>	<u>269</u>
9.1	PORTAFOLIO DE ALTERNATIVAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	269
9.2	OPCIONES DE TIPO ELÉCTRICO	272
9.2.1	Instalaciones eléctricas	272
9.2.2	Motores, ventiladores y bombas	276
9.2.3	Aire comprimido	283
9.2.4	Iluminación.....	288
9.2.5	Calor directo.....	291

9.2.6	Automatización	293
9.2.7	Refrigeración	297
9.3	OPCIONES DE TIPO TÉRMICO	301
9.3.1	Calderas.....	301
9.3.2	Hornos de Coque.....	313
9.3.3	Industria del vidrio	320
9.3.4	Industria ladrillera	333
9.3.5	Industria del cemento	341
9.3.6	Industria Siderúrgica	353
9.3.7	Sustitución de combustibles	368
10.	<u>ESTRATEGIA PARA LA REDUCCIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL SECTOR INDUSTRIAL CIU 19 A 31</u>	<u>370</u>
10.1	PROYECTOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y GENERALIDADES NORMATIVAS Y REGULATORIAS.....	370
10.2	EVOLUCIÓN DEL MARCO LEGAL Y REGULADORIO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA	371
10.2.1	Ley 697 de 2001	372
10.2.2	Resolución 180919 de 2010.....	372
10.2.3	Ley 1715 de 2014	372
10.2.4	Beneficios de la Ley 1715.....	374
10.3	DESARROLLO DE CAPACIDAD EN GESTIÓN DE LA ENERGÍA	376
10.3.1	Sistema de Gestión de la Energía.....	376
10.3.2	Programa Estratégico Nacional PEN-SGIE.....	376
10.3.3	Red de Conocimiento en EfE.....	376
10.3.4	Otros desarrollos.....	376
10.4	POLÍTICA Y BARRERAS A LA EFE.....	377
10.4.1	Restricciones en cogeneración	380
10.4.2	Oportunidades para la EfE	381
10.4.3	Financiación de proyectos y retorno a la inversión	381
10.5	FORTALECIMIENTO DE LA GOBERNANZA EN EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	381

10.6 ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO DE LAS ALTERNATIVAS.....	384
10.7 MODELO DE EVALUACIÓN	384
10.7.1 Objetivo del modelo.....	384
10.7.2 Estructura del modelo.....	384
10.7.3 Estandarización de conceptos.....	386
10.8 EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	387
10.8.1 Variadores de velocidad VSDs.....	387
10.8.2 Motores eficientes	391
10.9 POTENCIAL DE AHORRO ENERGÉTICO POR CIU.....	394
10.9.1 CIU 19	394
10.9.2 CIU 20.....	395
10.9.3 CIU 21	397
10.9.4 CIU 22	399
10.9.5 CIU 23	401
10.9.6 CIU 24	404
10.9.7 CIU 25	406
10.9.8 CIU 26.....	408
10.9.9 CIU 27, 28, 29, 30 y 31	408
<u>11. PLAN DE IMPLEMENTACION DE LAS OPCIONES DE EFICIENCIA ENERGETICA IDENTIFICADAS</u>	<u>411</u>
11.1 OBJETIVOS DEL PLAN	411
11.2 FASES O ETAPAS	411
11.2.1 Fase 1: Implementar las opciones básicas.....	415
11.2.2 Fase 2: Implementación del portafolio de opciones de reducción del consumo de energía.415	
11.3 ESTRATEGIAS DE LA FASE 1	416
11.4 ESTRATEGIAS DE LA FASE 2	416
11.5 CRONOGRAMA.....	417

TABLAS

Tabla 1. Grupos considerados	4
Tabla 2. Establecimientos y consumo de energía 2012	5
Tabla 3. Principales variables de la EAM 2012	6
Tabla 4. Clasificación de empresa por tamaño	8
Tabla 5. Número de empresas según tamaño en directorio o marco de muestra	10
Tabla 6. Tamaño de muestra propuesto	12
Tabla 7. Distribución de empresas por tamaño y región	12
Tabla 8. Distribución de la muestra	14
Tabla 9. Distribución de la muestra según tamaño	15
Tabla 10. Distribución de la muestra según zona geográfica	16
Tabla 11. Distribución de la muestra aplicada	16
Tabla 12. Distribución de la muestra aplicada según tamaño	18
Tabla 13. Distribución de la muestra aplicada según zona geográfica	18
Tabla 14. Formatos de captura de información de caracterización de la empresa	33
Tabla 15. Formatos de captura de caracterización eléctrica	37
Tabla 16. Opciones de eficiencia energética en equipos eléctricos del modelo	37
Tabla 17. Formatos de captura de caracterización térmica	50
Tabla 18. Medidas y acciones de eficiencia energética a equipos térmicos	56
Tabla 19. Estructura del CIU 19	74
Tabla 20. Estructura del CIU 20	77
Tabla 21. Estructura del CIU 21	83
Tabla 22. Estructura del CIU 22	85
Tabla 23. Estructura del CIU 23	89
Tabla 24. Estructura del CIU 24	94
Tabla 25. Estructura del CIU 25	97
Tabla 26. Estructura del CIU 26	100
Tabla 27. Estructura del CIU 27	103
Tabla 28. Estructura del CIU 29	108
Tabla 29. Estructura del CIU 31	113
Tabla 30. Número de establecimientos, producción y consumo de energía eléctrica de los CIU 19 a 31	121
Tabla 31. Consumo de gas natural por industria manufacturera	132
Tabla 32. Establecimientos y consumo de energía 2012	135
Tabla 33. Establecimientos del universo por CIU y tamaño	136
Tabla 34. Establecimientos del universo por CIU, tamaño y región	137
Tabla 35. Establecimientos de la muestra final por CIU y tamaño	139
Tabla 36. Establecimientos para la determinación de los factores de expansión por CIU, tamaño y región	140
Tabla 37. Factores de expansión	142

Tabla 38. Determinación del consumo de energía eléctrica del universo a partir de los factores de expansión	143
Tabla 39. Determinación del consumo de gas natural del universo a partir de los factores de expansión.....	143
Tabla 40. Determinación del consumo de carbón mineral del universo a partir de los factores de expansión	144
Tabla 41. Participación del consumo de energía eléctrica por tamaño de empresa y CIU ...	144
Tabla 42. Participación del consumo de gas natural por tamaño de empresa y CIU	145
Tabla 43. Participación del consumo de carbón mineral por tamaño de empresa y CIU	145
Tabla 44. Distribución de los establecimientos por CIU y tamaño.....	146
Tabla 45. Activos totales de los establecimientos de la muestra	146
Tabla 46. Activos promedio por establecimiento	147
Tabla 47. Desviación estándar de los activos de los establecimientos de la muestra.....	147
Tabla 48. Consumo total de energía eléctrica de los establecimientos de la muestra.....	148
Tabla 49. Consumo promedio de energía eléctrica por establecimiento	148
Tabla 50. Desviación estándar del consumo de energía eléctrica para los establecimientos de la muestra.....	149
Tabla 51. Consumo total de gas natural de los establecimientos de la muestra.....	150
Tabla 52. Consumo promedio de gas natural por establecimiento	150
Tabla 53. Desviación estándar del consumo de gas natural para los establecimientos de la muestra.....	151
Tabla 54. Consumo total de carbón mineral de los establecimientos de la muestra.....	152
Tabla 55. Consumo promedio de carbón mineral por establecimiento	152
Tabla 56. Desviación estándar del consumo de carbón mineral para los establecimientos de la muestra.....	152
Tabla 57. Indicador promedio de consumo de energía por CIU y tamaño de establecimiento (dado en Kcal/millón de pesos).....	154
Tabla 58. Indicador máximo de consumo de energía por CIU y tamaño de establecimiento (dado en Kcal/millón de pesos).....	154
Tabla 59. Indicador mínimo de consumo de energía por CIU y tamaño de establecimiento (dado en Kcal/millón de pesos).....	155
Tabla 60. Indicadores de consumo de energía eléctrica y energía total por activo	155
Tabla 61. Consumos estimados de energía eléctrica para los CIU 19 a 31 por tamaño de establecimiento	161
Tabla 62. Consumo de energía eléctrica dado en Tcal.....	162
Tabla 63. Consumos estimados de gas natural para los CIU 19 a 31 por tamaño de establecimiento	163
Tabla 64. Consumo de gas natural dado en Tcal.....	164
Tabla 65. Consumos estimados de carbón mineral para los CIU 19 a 31 por tamaño de establecimiento	164
Tabla 66. Consumo de carbón mineral dado en Tcal	165

Tabla 67. Otros combustibles usados en el sector industrial CIU 19 a 31	166
Tabla 68. Otros combustibles del sector industrial CIU 19 a 31 por CIU	166
Tabla 69. Consumo y activos promedio e índice de consumo de energía	166
Tabla 70. Establecimientos del CIU 19	167
Tabla 71. Producción bruta por tamaño de establecimiento del CIU 19 (miles de pesos)....	169
Tabla 72. Participación de la producción bruta por tamaño de establecimiento del CIU 19	169
Tabla 73. Consumo de energéticos para el CIU 19.....	170
Tabla 74. Tipo de establecimientos medidos para el CIU 19	172
Tabla 75. Caracterización energética por usos finales – CIU 19.....	172
Tabla 76. Caracterización energética por usos finales y tamaño de empresa – CIU 19	173
Tabla 77. Establecimientos del CIU 20	174
Tabla 78. Producción bruta por tamaño de establecimiento del CIU 20 (miles de pesos)....	176
Tabla 79. Participación de la producción bruta por tamaño de establecimiento del CIU 20	176
Tabla 80. Consumo de energéticos para el CIU 20.....	177
Tabla 81. Tipo de establecimientos medidos para el CIU 20	179
Tabla 82. Caracterización energética por usos finales – CIU 20.....	179
Tabla 83. Caracterización energética por usos finales y tamaño de empresa – CIU 20	180
Tabla 84. Establecimientos del CIU 21	181
Tabla 85. Producción bruta por tamaño de establecimiento del CIU 21 (miles de pesos)....	183
Tabla 86. Participación de la producción bruta por tamaño de establecimiento del CIU 21	183
Tabla 87. Consumo de energéticos para el CIU 21.....	184
Tabla 88. Tipo de establecimientos medidos para el CIU 21	186
Tabla 89. Caracterización energética por usos finales – CIU 21.....	186
Tabla 90. Establecimientos del CIU 22	187
Tabla 91. Producción bruta por tamaño de establecimiento del CIU 22 (miles de pesos)....	189
Tabla 92. Participación de la producción bruta por tamaño de establecimiento del CIU 22	190
Tabla 93. Consumo de energéticos para el CIU 22.....	190
Tabla 94. Tipo de establecimientos medidos para el CIU 22	192
Tabla 95. Caracterización energética por usos finales – CIU 22.....	193
Tabla 96. Caracterización energética por usos finales y tamaño de empresa – CIU 22	194
Tabla 97. Establecimientos del CIU 23	195
Tabla 98. Producción bruta por tamaño de establecimiento del CIU 23 (miles de pesos)....	196
Tabla 99. Participación de la producción bruta por tamaño de establecimiento del CIU 23	197
Tabla 100. Consumo de energéticos para el CIU 23.....	197
Tabla 101. Tipo de establecimientos medidos para el CIU 23	199
Tabla 102. Caracterización energética por usos finales – CIU 23.....	200
Tabla 103. Caracterización energética por usos finales y tamaño de empresa – CIU 23	201
Tabla 104. Establecimientos del CIU 24	202
Tabla 105. Producción bruta por tamaño de establecimiento del CIU 24 (miles de pesos)..	203
Tabla 106. Participación de la producción bruta por tamaño de establecimiento del CIU 24	204
Tabla 107. Consumo de energéticos para el CIU 24.....	204

Tabla 108. Tipo de establecimientos medidos para el CIU 24	206
Tabla 109. Caracterización energética por usos finales – CIU 24.....	207
Tabla 110. Caracterización energética por usos finales y tamaño de empresa – CIU 24	208
Tabla 111. Establecimientos del CIU 25	209
Tabla 112. Producción bruta por tamaño de establecimiento del CIU 25 (miles de pesos)..	210
Tabla 113. Participación de la producción bruta por tamaño de establecimiento del CIU 25211	
Tabla 114. Consumo de energéticos para el CIU 25.....	211
Tabla 115. Tipo de establecimientos medidos para el CIU 25	213
Tabla 116. Caracterización energética por usos finales – CIU 25.....	214
Tabla 117. Caracterización energética por usos finales y tamaño de empresa – CIU 25	215
Tabla 118. Establecimientos del CIU 26	216
Tabla 119. Producción bruta por tamaño de establecimiento del CIU 26 (miles de pesos)..	217
Tabla 120. Participación de la producción bruta por tamaño de establecimiento del CIU 26218	
Tabla 121. Consumo de energéticos para el CIU 26.....	218
Tabla 122. Tipo de establecimientos medidos para el CIU 26	220
Tabla 123. Caracterización energética por usos finales – CIU 26.....	220
Tabla 124. Caracterización energética por usos finales y tamaño de empresa – CIU 26	221
Tabla 125. Establecimientos del CIU 23	222
Tabla 126. Producción bruta por tamaño de establecimiento del CIU 27 (miles de pesos)..	224
Tabla 127. Participación de la producción bruta por tamaño de establecimiento del CIU 27224	
Tabla 128. Consumo de energéticos para el CIU 27	225
Tabla 129. Tipo de establecimientos medidos para el CIU 27	226
Tabla 130. Caracterización energética por usos finales – CIU 27.....	227
Tabla 131. Caracterización energética por usos finales y tamaño de empresa – CIU 27	228
Tabla 132. Establecimientos del CIU 28	229
Tabla 133. Producción bruta por tamaño de establecimiento del CIU 28 (miles de pesos)..	230
Tabla 134. Participación de la producción bruta por tamaño de establecimiento del CIU 28231	
Tabla 135. Consumo de energéticos para el CIU 28.....	231
Tabla 136. Tipo de establecimientos medidos para el CIU 28	233
Tabla 137. Caracterización energética por usos finales – CIU 28.....	234
Tabla 138. Caracterización energética por usos finales y tamaño de empresa – CIU 28	235
Tabla 139. Establecimientos del CIU 29	236
Tabla 140. Producción bruta por tamaño de establecimiento del CIU 29 (miles de pesos)..	237
Tabla 141. Participación de la producción bruta por tamaño de establecimiento del CIU 29238	
Tabla 142. Consumo de energéticos para el CIU 29.....	238
Tabla 143. Tipo de establecimientos medidos para el CIU 29	240
Tabla 144. Caracterización energética por usos finales – CIU 29.....	241
Tabla 145. Caracterización energética por usos finales y tamaño de empresa – CIU 29	242
Tabla 146. Establecimientos del CIU 30	243
Tabla 147. Producción bruta por tamaño de establecimiento del CIU 30 (miles de pesos)..	244
Tabla 148. Participación de la producción bruta por tamaño de establecimiento del CIU 30245	

Tabla 149. Consumo de energéticos para el CIU 30.....	245
Tabla 150. Tipo de establecimientos medidos para el CIU 30	247
Tabla 151. Caracterización energética por usos finales – CIU 30.....	247
Tabla 152. Caracterización energética por usos finales y tamaño de empresa – CIU 30	248
Tabla 153. Establecimientos del CIU 31	249
Tabla 154. Producción bruta por tamaño de establecimiento del CIU 31 (miles de pesos)..	251
Tabla 155. Participación de la producción bruta por tamaño de establecimiento del CIU 31	251
Tabla 156. Consumo de energéticos para el CIU 31.....	252
Tabla 157. Tipo de establecimientos medidos para el CIU 31	253
Tabla 158. Caracterización energética por usos finales – CIU 31.....	254
Tabla 159. Caracterización energética por usos finales y tamaño de empresa – CIU 31	255
Tabla 160. Número de motores por CIU	257
Tabla 161. Participación por uso y CIU	257
Tabla 162. Cantidad de equipos de calor directo por usos y por CIU	259
Tabla 163. Consumo de energía en calor directo por uso y por CIU en kcal/mes	261
Tabla 164. Opciones identificadas de eficiencia energética en energía eléctrica.....	270
Tabla 165. Opciones identificadas de eficiencia energética en combustibles y su aprovechamiento térmico	271
Tabla 166. Opciones identificadas de eficiencia energética en gestión de la energía e ingeniería de procesos.....	271
Tabla 167. Factores determinantes de políticas nacionales de EfE	377
Tabla 168. Barreras a la EfE.....	378
Tabla 169. Componentes de la gobernanza en EfE	382
Tabla 170. Medidas de eficiencia energética tipo A a implementar en el CIU 19	394
Tabla 171. Medidas de eficiencia energética tipo B a implementar en el CIU 19	394
Tabla 172. Medidas de eficiencia energética tipo C a implementar en el CIU 19	395
Tabla 173. Medidas de eficiencia energética tipo A a implementar en el CIU 20	395
Tabla 174. Medidas de eficiencia energética tipo B a implementar en el CIU 20	396
Tabla 175. Medidas de eficiencia energética tipo C a implementar en el CIU 20	397
Tabla 176. Medidas de eficiencia energética tipo A a implementar en el CIU 21	397
Tabla 177. Medidas de eficiencia energética tipo B a implementar en el CIU 21	398
Tabla 178. Medidas de eficiencia energética tipo C a implementar en el CIU 21	398
Tabla 179. Medidas de eficiencia energética tipo A a implementar en el CIU 22	399
Tabla 180. Medidas de eficiencia energética tipo B a implementar en el CIU 22	400
Tabla 181. Medidas de eficiencia energética tipo C a implementar en el CIU 22	401
Tabla 182. Medidas de eficiencia energética tipo A a implementar en el CIU 23	402
Tabla 183. Medidas de eficiencia energética tipo B a implementar en el CIU 23	403
Tabla 184. Medidas de eficiencia energética tipo C a implementar en el CIU 23	404
Tabla 185. Medidas de eficiencia energética tipo A a implementar en el CIU 24	405
Tabla 186. Medidas de eficiencia energética tipo B a implementar en el CIU 24	405
Tabla 187. Medidas de eficiencia energética tipo C a implementar en el CIU 24	406

Tabla 188. Medidas de eficiencia energética tipo A a implementar en el CIU 25	406
Tabla 189. Medidas de eficiencia energética tipo B a implementar en el CIU 25	407
Tabla 190. Medidas de eficiencia energética tipo C a implementar en el CIU 25	407
Tabla 191. Medidas de eficiencia energética tipo A a implementar en el CIU 26	408
Tabla 192. Medidas de eficiencia energética tipo B a implementar en el CIU 26	408
Tabla 193. Medidas de eficiencia energética tipo A a implementar en el CIU 27, 28, 29, 30 y 31	409
Tabla 194. Medidas de eficiencia energética tipo B a implementar en el CIU 27, 28, 29, 30 y 31	410
Tabla 195. Medidas de eficiencia energética tipo C a implementar en el CIU 27, 28, 29, 30 y 31	410

FIGURAS

Figura 1. Estructura jerárquica de la CIU Rev. 4 A.C.....	73
Figura 2. Diagrama de proceso del CIU 191. Fabricación de productos de hornos de coque ...	75
Figura 3. Diagrama de proceso del CIU 192. Fabricación de productos de la refinación del petróleo	76
Figura 4. Diagrama de proceso del CIU 201. Fabricación de sustancias químicas básicas, abonos y compuestos inorgánicos nitrogenados, plásticos y caucho sintético en formas primarias	78
Figura 5. Diagrama de proceso del CIU 2013. Fabricación de plásticos en formas primas	79
Figura 6. Diagrama de proceso del CIU 2022. Fabricación de pinturas, barnices y revestimientos similares, tintas para impresión y masillas.....	80
Figura 7. Diagrama de proceso del CIU 2023. Fabricación de jabones y detergentes, preparados para limpiar y pulir; perfumes y preparados de tocador.....	81
Figura 8. Diagrama de proceso del CIU 203 Fabricación de fibras sintéticas y artificiales	82
Figura 9. Diagrama de proceso del CIU 210 Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales productos botánicos de uso farmacéutico.....	84
Figura 10. Diagrama de proceso del CIU 221. Fabricación de productos de caucho.....	86
Figura 11. Diagrama de proceso del CIU 2221. Fabricación de formas básicas de plástico	87
Figura 12. Diagrama de proceso del CIU 2229. Fabricación de artículos de plástico n.c.p.	88
Figura 13. Diagrama de proceso del CIU 231. Fabricación de vidrio y productos de vidrio	90
Figura 14. Diagrama de proceso del CIU 2392 Fabricación de materiales de arcilla para la construcción	91
Figura 15. Diagrama de proceso del CIU 2393 Fabricación de otros productos de cerámica y porcelana	92
Figura 16. Diagrama de proceso del CIU 2394 Fabricación de cemento, cal y yeso	93
Figura 17. Diagrama de proceso del CIU 24 Industrias básicas de hierro y de acero	95
Figura 18. Diagrama de proceso del CIU 2431. Fundición de hierro y de acero	96

Figura 19. Diagrama de proceso del CIU 2511 Fabricación de productos metálicos para uso estructural.....	98
Figura 20. Diagrama de proceso del CIU 259 Fabricación de otros productos elaborados de metal y actividades de servicios relacionados con el trabajo de metales	99
Figura 21. Diagrama de proceso del CIU 261. Fabricación de componentes y tableros electrónicos	101
Figura 22. Diagrama de proceso del CIU 262. Fabricación de computadores y de equipos periférico	102
Figura 23. Diagrama de proceso del CIU 271. Fabricación de motores, generadores y transformadores eléctricos y de aparatos de distribución y control de la energía eléctrica	104
Figura 24. Diagrama de proceso del 2750 Fabricación de aparatos de uso doméstico.....	105
Figura 25. Diagrama de proceso del 28. Fabricación de maquinaria y equipo	107
Figura 26. Diagrama de proceso del CIU 291. Fabricación de vehículos automotores y sus motores	109
Figura 27. Diagrama de proceso del CIU 292. Fabricación de carrocerías para vehículos automotores; fabricación de remolques y semirremolques.....	110
Figura 28. Diagrama de proceso del CIU 293. Fabricación de partes, piezas (autopartes) y accesorios (lujos) para vehículos automotores.....	111
Figura 29. Diagrama de proceso del CIU 311. Fabricación de muebles	114
Figura 30. Diagrama de proceso del CIU 31. Fabricación de muebles, colchones y somieres.....	115
Figura 31. Consumo energético del sector industrial – año 2008 a 2012.....	118
Figura 32. Consumo energético de los CIU 19 a 31.....	118
Figura 33. Consumo de carbón mineral de los CIU 19 a 31	119
Figura 34. Consumo de gas natural de los CIU 19 a 31	119
Figura 35. Consumo de Diésel de los CIU 19 a 31	120
Figura 36. Consumo de energía eléctrica de los CIU 19 a 31	120
Figura 37. Participación de establecimientos del sector industrial – año 2012.....	122
Figura 38. Participación de establecimientos de la producción bruta del sector industrial – año 2012	122
Figura 39. Participación del consumo de energía eléctrica del sector industrial – año 2012.....	123
Figura 40. Comparación de establecimientos, producción bruta y energía eléctrica consumida por los CIU 19 a 31	123
Figura 41. Consumo de energía eléctrica por CIU 19 a 31	124
Figura 42. Consumo de energía eléctrica del sector industrial reportado al SUI.....	125
Figura 43. Usuarios de energía eléctrica del sector industrial reportados al SUI	126
Figura 44. Consumo de gas natural del sector industrial reportado al SUI.....	126
Figura 45. Usuarios de gas natural del sector industrial reportados al SUI	127
Figura 46. Usuarios de energía eléctrica no regulados reportados por XM de los CIU 19 a 31 por región	128
Figura 47. Usuarios de energía eléctrica no regulados reportados en XM por CIU 19 a 31 ..	128

Figura 48. Consumo de energía eléctrica de los usuarios industriales no regulados por CIU	129
Figura 49. Consumo de energía eléctrica de los usuarios industriales no regulados CIU 19 a 31 por región	129
Figura 50. Consumo de gas natural en el sector residencial reportado por Concentra años 2009 a 2013	130
Figura 51. Consumo promedio de gas natural por subsectores industriales.....	132
Figura 52. Participación del consumo de gas natural por subsector industrial	133
Figura 53. Consumo de energía eléctrica por establecimiento y CIU	149
Figura 54. Consumo de gas natural por establecimiento y CIU	151
Figura 55. Consumo de carbón mineral por establecimiento y CIU.....	153
Figura 56. Indicador de consumo de energía para el sector industrial CIU 19 a 31	153
Figura 57. Consumo estimado de energía eléctrica por CIU y tamaño de establecimiento..	162
Figura 58. Consumo estimado de gas natural por CIU y tamaño de establecimiento.....	163
Figura 59. Consumo estimado de carbón mineral por CIU y tamaño de establecimiento	165
Figura 60. Participación de establecimientos del CIU 19 por tamaño	168
Figura 61. Distribución de los establecimientos del CIU 19 por región	168
Figura 62. Diagrama de Sankey del consumo de energéticos en CIU 19	170
Figura 63. Participación del uso de energéticos en el CIU 19	171
Figura 64. Consumo de energéticos en el CIU 19 por tamaño de empresa.....	171
Figura 65. Participación del consumo de energía por uso final CIU 19.....	173
Figura 66. Participación del consumo de energía por uso final y tamaño de empresa - CIU 19	174
Figura 67. Participación de establecimientos del CIU 20 por tamaño	175
Figura 68. Distribución de los establecimientos del CIU 20 por región	175
Figura 69. Diagrama de Sankey del consumo de energéticos en CIU 20	177
Figura 70. Participación del uso de energéticos en el CIU 20	178
Figura 71. Consumo de energéticos en el CIU 20 por tamaño de empresa.....	178
Figura 72. Participación del consumo de energía por uso final CIU 20.....	180
Figura 73. Participación del consumo de energía por uso final y tamaño de empresa - CIU 20	181
Figura 74. Participación de establecimientos del CIU 21 por tamaño	182
Figura 75. Distribución de los establecimientos del CIU 21 por región	182
Figura 76. Diagrama de Sankey del consumo de energéticos en CIU 21	184
Figura 77. Participación del uso de energéticos en el CIU 21	185
Figura 78. Consumo de energéticos en el CIU 21 por tamaño de empresa.....	185
Figura 79. Participación del consumo de energía por uso final CIU 21.....	187
Figura 80. Participación de establecimientos del CIU 22 por tamaño	188
Figura 81. Distribución de los establecimientos del CIU 22 por región	189
Figura 82. Diagrama de Sankey del consumo de energéticos en CIU 22	191
Figura 83. Participación del uso de energéticos en el CIU 22	191
Figura 84. Consumo de energéticos en el CIU 22 por tamaño de empresa.....	192

Figura 85. Participación del consumo de energía por uso final CIU 22.....	193
Figura 86. Participación del consumo de energía por uso final y tamaño de empresa - CIU 22	194
Figura 87. Participación de establecimientos del CIU 23 por tamaño	195
Figura 88. Distribución de los establecimientos del CIU 23 por región	196
Figura 89. Diagrama de Sankey del consumo de energéticos en CIU 23	198
Figura 90. Participación del uso de energéticos en el CIU 23	198
Figura 91. Consumo de energéticos en el CIU 23 por tamaño de empresa.....	199
Figura 92. Participación del consumo de energía por uso final CIU 23.....	200
Figura 93. Participación del consumo de energía por uso final y tamaño de empresa - CIU 23	201
Figura 94. Participación de establecimientos del CIU 24 por tamaño	202
Figura 95. Distribución de los establecimientos del CIU 24 por región	203
Figura 96. Diagrama de Sankey del consumo de energéticos en CIU 24	205
Figura 97. Participación del uso de energéticos en el CIU 24	205
Figura 98. Consumo de energéticos en el CIU 24 por tamaño de empresa.....	206
Figura 99. Participación del consumo de energía por uso final CIU 24.....	207
Figura 100. Participación del consumo de energía por uso final y tamaño de empresa - CIU 24	208
Figura 101. Participación de establecimientos del CIU 25 por tamaño	209
Figura 102. Distribución de los establecimientos del CIU 25 por región	210
Figura 103. Diagrama de Sankey del consumo de energéticos en CIU 25	212
Figura 104. Participación del uso de energéticos en el CIU 25	212
Figura 105. Consumo de energéticos en el CIU 25 por tamaño de empresa.....	213
Figura 106. Participación del consumo de energía por uso final CIU 25.....	214
Figura 107. Participación del consumo de energía por uso final y tamaño de empresa - CIU 25	215
Figura 108. Participación de establecimientos del CIU 26 por tamaño	216
Figura 109. Distribución de los establecimientos del CIU 26 por región	217
Figura 110. Diagrama de Sankey del consumo de energéticos en CIU 26	219
Figura 111. Consumo de energéticos en el CIU 26 por tamaño de empresa.....	219
Figura 112. Participación del consumo de energía por uso final CIU 26.....	221
Figura 113. Participación del consumo de energía por uso final y tamaño de empresa - CIU 26	222
Figura 114. Participación de establecimientos del CIU 27 por tamaño	223
Figura 115. Distribución de los establecimientos del CIU 27 por región	223
Figura 116. Diagrama de Sankey del consumo de energéticos en CIU 27	225
Figura 117. Participación del uso de energéticos en el CIU 27	225
Figura 118. Consumo de energéticos en el CIU 27 por tamaño de empresa.....	226
Figura 119. Participación del consumo de energía por uso final CIU 27.....	227

Figura 120. Participación del consumo de energía por uso final y tamaño de empresa - CIU 27	228
Figura 121. Participación de establecimientos del CIU 28 por tamaño	229
Figura 122. Distribución de los establecimientos del CIU 28 por región	230
Figura 123. Diagrama de Sankey del consumo de energéticos en CIU 28	232
Figura 124. Participación del uso de energéticos en el CIU 28	232
Figura 125. Consumo de energéticos en el CIU 28 por tamaño de empresa.....	233
Figura 126. Participación del consumo de energía por uso final CIU 28.....	234
Figura 127. Participación del consumo de energía por uso final y tamaño de empresa - CIU 28	235
Figura 128. Participación de establecimientos del CIU 29 por tamaño	236
Figura 129. Distribución de los establecimientos del CIU 29 por región	237
Figura 130. Diagrama de Sankey del consumo de energéticos en CIU 29	239
Figura 131. Participación del uso de energéticos en el CIU 29	239
Figura 132. Consumo de energéticos en el CIU 29 por tamaño de empresa.....	240
Figura 133. Participación del consumo de energía por uso final CIU 29.....	241
Figura 134. Participación del consumo de energía por uso final y tamaño de empresa - CIU 29	242
Figura 135. Participación de establecimientos del CIU 30 por tamaño	243
Figura 136. Distribución de los establecimientos del CIU 30 por región	244
Figura 137. Diagrama de Sankey del consumo de energéticos en CIU 30	246
Figura 138. Consumo de energéticos en el CIU 30 por tamaño de empresa.....	246
Figura 139. Participación del consumo de energía por uso final CIU 30.....	248
Figura 140. Participación del consumo de energía por uso final y tamaño de empresa - CIU 30	249
Figura 141. Participación de establecimientos del CIU 31 por tamaño	250
Figura 142. Distribución de los establecimientos del CIU 31 por región	250
Figura 143. Diagrama de Sankey del consumo de energéticos en CIU 31	252
Figura 144. Participación del uso de energéticos en el CIU 31	252
Figura 145. Consumo de energéticos en el CIU 31 por tamaño de empresa.....	253
Figura 146. Participación del consumo de energía por uso final CIU 31.....	254
Figura 147. Participación del consumo de energía por uso final y tamaño de empresa - CIU 31	255
Figura 148. Cantidad de motores por CIU y potencia	256
Figura 149. Participación en el uso de m los motores por CIU	258
Figura 150. Consumo de energía por uso de motores por CIU y potencia	258
Figura 151. Participación en el consumo de energía de los motores por CIU y por tamaño	259
Figura 152. Cantidad de equipos de calor directo por usos y por CIU	260
Figura 153. Participación de equipos de calor directo	260
Figura 154. Consumo de energía en equipos de calor directo por CIU y por uso.....	261

Figura 155. Participación en el consumo de energía de los equipos de calor directo por CIU	262
Figura 156. Edad promedio de los equipos de calor directo.....	264
Figura 157. Cantidad de equipos en calor indirecto por uso y por CIU	265
Figura 158. Participación de los equipos en calor indirecto por uso y por CIU	265
Figura 159. Consumo de energía de los equipos de calor indirecto por uso y por CIU	266
Figura 160. Participación del consumo de energía en equipos de calor indirecto por usos y por CIU.....	266
Figura 161. Edades promedio de los equipos de calor indirecto	267
Figura 162. Costo del kWh ahorrado en función del tamaño del motor y parametrizando el número de horas de operación al año, asumiendo que la aplicación presenta una reducción promedio del consumo de energía del 10%.....	388
Figura 163. Costo del kWh ahorrado en función del tamaño del motor y parametrizando el número de horas de operación al año, asumiendo que la aplicación presenta una reducción promedio del consumo de energía del 15%.....	389
Figura 164. Costo del kWh ahorrado en función del tamaño del motor y parametrizando el porcentaje de ahorro , asumiendo que los motores operan el 70% del tiempo	390
Figura 165. Costo del kWh ahorrado en función del tamaño del motor y parametrizando el porcentaje de ahorro , asumiendo que los motores operan el 50% del tiempo	391
Figura 166. Variación de los precios promedio de los motores eficientes tipo IE1 en función de su tamaño, disponibles en Bogotá	392
Figura 167. Costo del kWh ahorrado con motores eficientes, asumiendo que el ahorro entre el actual y el eficiente es del 10% con 80% de horas de operación	393
Figura 168. Costo del kWh ahorrado con motores eficientes, asumiendo que el ahorro entre el actual y el eficiente es del 5% con 50% de horas de operación	393

1. INTRODUCCIÓN

1.1 GENERALIDADES

En una economía como la colombiana, progresivamente más abierta al comercio internacional, alcanzar una mayor competitividad de sus sectores productivos se convierte en un reto de altísima importancia. Dentro de los bienes transables que son energo-intensivos como los industriales, la competitividad en el mercado internacional está dada en gran medida por el uso eficiente de los recursos energéticos consumidos en su fabricación. Así, resulta necesario para el país definir y promover medidas que racionalicen el consumo energético, máxime cuando se encuentra expuesto a un contexto internacional de precios crecientes y a cada vez mayores susceptibilidades ambientales.

El artículo 16 de la Ley 143 de 1994 menciona como una de las funciones de la UPME “Realizar diagnósticos que permitan la formulación de planes y programas del sector energético”. Adicionalmente, en el numeral 10 del artículo 4° del Decreto 1258 de 2013, se encuentra “Fomentar, diseñar y establecer los planes, programas y proyectos, relacionados con el uso eficiente, ahorro y conservación de la energía en todos los campos de la actividad económica y adelantar las labores de difusión necesarias”.

De otro lado, la ley 697 de 2001, propuso el fomento del Uso Racional y Eficiente de la Energía-URE, declarándolo un asunto de interés social, público y de conveniencia nacional, que busca fundamentalmente asegurar el abastecimiento energético pleno y oportuno, la competitividad de la economía, protección al consumidor y utilización de Energías No Convencionales de manera sostenible con el medio ambiente y los recursos naturales.

El Ministerio de Minas y Energía, MME, mediante resolución No. 180919 de junio de 2010, adopta el Plan de Acción Indicativo 2010-2015 para desarrollar el PROURE, el cual incluye estrategias transversales y sectoriales para satisfacer las necesidades energéticas de la población, aprovechando racional y eficientemente los recursos disponibles y promoviendo una economía energética sostenible, mediante la incorporación y desarrollo de nuevas tecnologías y procesos y el fomento de una nueva cultura. El Plan de acción contiene metas indicativas de eficiencia energética y de uso de FNCE a 2015 frente a las cuales se registran importantes avances derivados de diferentes acciones ejecutadas.

Otro importante referente de la política pública nacional lo constituye la Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono (ECDBC), liderada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), a través de la Dirección de Cambio Climático, con el apoyo del Departamento Nacional de Planeación (DNP) y los Ministerios Sectoriales de Colombia. Esta estrategia busca desligar el crecimiento de las emisiones de gases efecto invernadero (GEI) del crecimiento económico nacional y en ese contexto las acciones asociadas a la eficiencia energética constituyen un aspecto fundamental, razón

por la cual dicha iniciativa se ha articulado con el Plan de Acción Indicativo del PROURE y con lo propio en el Plan Nacional de Desarrollo - PND.

En desarrollo de lo expuesto, la Unidad ejecuta estudios de caracterización del consumo de energía en todos los sectores económicos del país. Esta información ha sido el insumo para alimentar los modelos de balance y proyección de demanda de los distintos energéticos y para formular programas de eficiencia energética.

En ese contexto, en 2013 la UPME contrató la realización de un estudio de caracterización energética del sector industrial manufacturero, a fin de conseguir mayor representatividad y confiabilidad estadística, actualizar datos, reconocer tendencias y recabar información para identificar y definir las condiciones que viabilicen programas de eficiencia energética. Dicho trabajo incluye los subsectores códigos CIIU 10 al 18, los cuales representan la tercera parte del consumo de energía final del sector industrial, según datos del Balance energético UPME 2011, y casi la mitad del total de empresas industriales del país, según datos del DANE para el mismo año.

Este informe final muestra los resultados de la ejecución del estudio, a partir del análisis de información primaria y secundaria y del trabajo de campo realizado por CORPOEMA, la estructura del informe es la siguiente:

- En el capítulo 2 se describe la metodología del estudio donde se muestra el análisis estadístico y la determinación de la muestra sobre un universo de estudio de los CIIU 19 a 31, además de la metodología de desarrollo del trabajo de campo, formatos de captura, equipos de medición utilizados y como validar la toma de información de la misma.
- En el capítulo 3 se realiza una investigación a partir de información primaria y secundaria del estado de los procesos y tecnologías usados y las existentes a nivel internacional, este capítulo se profundiza mas en detalle en el volumen dos del informe final.
- En el Capítulo 4 se realiza un análisis energético a partir de la información secundaria disponible.
- El capítulo 5 describe la metodología y el cálculo de los factores de extrapolación en los CIIU 19 A 31, por tamaño de empresa.
- En el Capítulo 6 se hace una estimación de los consumos de energía por CIIU y tamaño a partir de los factores de extrapolación, calculados en el capítulo anterior.
- El capítulo 7 muestra la caracterización energética por tamaño de empresa de los CIIU 19 a 31, por uso final y energético.
- En el capítulo 8 se analiza las diferentes alternativas de eficiencia energética en los CIIU 19 a 31, se describe el estado de obsolescencia de la actual tecnología disponible, y se describe un portafolio de medidas de eficiencia energética identificadas a partir del trabajo de campo, en este capítulo se describe además

el marco normativo para el desarrollo de la implementación de estas medidas y las posibles barreras que se presenten.

- En el capítulo 9 se muestra la tenencia de equipos de uso final, el potencial de ahorro por eficiencia energética para los CIIU 19 a 31 y el análisis económico y financiero de la implementación de estas medidas, además de la estimación de los gases de efecto invernadero evitados al implementar estas alternativas de eficiencia energética en el sector industrial objeto de este estudio.
- Finalmente en el capítulo 10 se muestran las conclusiones y recomendaciones resultado de la ejecución.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

Determinar y establecer la priorización de alternativas de eficiencia energética para los subsectores manufactureros códigos CIIU 19 a 31 en Colombia a partir de la caracterización del consumo energético para sus diferentes procesos, usos y equipos de uso final.

1.2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar el consumo energético para los diferentes procesos, usos y equipos de uso final para cada uno de los subsectores manufactureros códigos CIIU 19 al 31.
- Identificar y proponer las alternativas técnicas y tecnológicas de eficiencia energética por fuente y uso energético para los diferentes procesos, usos y equipos de uso final para cada uno de los subsectores manufactureros códigos CIIU 19 al 31.
- Evaluar financiera, económica y normativamente la viabilidad de desarrollar las diferentes alternativas de eficiencia energética para cada uno de los subsectores manufactureros códigos CIIU 19 al 31.
- Seleccionar, con base en las evaluaciones realizadas, las mejores alternativas de eficiencia energética para cada uno de los subsectores manufactureros códigos CIIU 19 al 31.

2. METODOLOGÍA DE DESARROLLO

2.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El objetivo es determinar una muestra representativa que permita estimar el consumo final de energía en el sector industrial, identificando procesos, usos y equipos. Específicamente, se pretende determinar y priorizar las alternativas de eficiencia energética para los subsectores manufactureros códigos CIU 19 A 31 en Colombia a partir de la caracterización del consumo energético para sus diferentes procesos, usos y equipos de uso final.

Tabla 1. Grupos considerados

SECCIÓN V4	DESCRIPCIÓN
19	Coquización, fabricación de productos de la refinación del petróleo y actividad de mezcla de combustibles
20	Fabricación de sustancias y productos químicos
21	Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos de uso farmacéutico
22	Fabricación de productos de caucho y de plástico
23	Fabricación de otros productos minerales no metálicos
24	Fabricación de productos metalúrgicos básicos
25	Fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo
26	Fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos
27	Fabricación de aparatos y equipo eléctrico
28	Fabricación de maquinaria y equipo n.c.p.
29	Fabricación de vehículos automotores, remolques y semirremolques
30	Fabricación de otros tipos de equipo de transporte
31	Fabricación de muebles, colchones y somieres

Fuente: 2014. DANE

Uno de los alcances del proyecto es identificar el universo de empresas de los subsectores industriales mencionados, para a partir de él, definir una muestra representativa a nivel nacional. En los siguientes numerales se describe el universo y la metodología de selección de la muestra.

2.1.1 Marco de muestra

En esta sección se describen las bases de datos que se analizaron para la conformación del marco de muestra y el listado definitivo a partir de la cual se seleccionará la muestra de establecimientos a encuestar.

2.1.1.1 Bases de datos fuente

A partir de información secundaria se busca conformar una base de información que describa el universo de empresas del sector industrial manufacturero. Las bases de datos ubicadas para tal fin son las siguientes:

1. Encuesta anual manufacturera año 2012 (EAM).

Encuesta aplicada a establecimientos con diez o más personas ocupadas o que en su defecto registren un valor de producción anual mínimo (fijado en 65 millones para el año 1992, e incrementado desde entonces por el IPP).

Para realizar la encuesta, el DANE considera como universo de estudio un directorio industrial conformado por directorios de agremiaciones como ANDI, ACOPI, Cámaras de Comercio y registros administrativos de PILA.

Las variables de la encuesta abarcan número de establecimientos, personal ocupado, remuneraciones, producción bruta, consumo intermedio, valor agregado, inversión, consumo de energía eléctrica (kWh) y valor de los activos fijos.

Tabla 2. Establecimientos y consumo de energía 2012

CIU	ESTABLECIMIENTOS	ENERGIA ELECTRICA CONSUMIDA (kWh)
19	117	893,228,558
20	810	1,780,812,281
22	760	1,153,986,269
23	493	1,879,733,509
24	181	2,564,573,377
25	729	231,734,957
26	112	18,838,215
27	176	152,712,708
28	571	143,926,069
29	201	123,356,005
30	56	27,028,116
31	488	96,965,005
TOTAL CIU 19 a 31	4,694	9,066,895,069
TOTAL EAM 2012	9,460	15,083,048,827
Participación sobre el total	49.62%	60.11%

Fuente: 2014 DANE, EAM 2012

La tabla anterior resume los resultados de la encuesta para las variables consideradas más relevantes en este estudio, número de establecimientos y energía eléctrica consumida. Los resultados completos presentados por el DANE para el total nacional se anexan en el archivo Excel “Anexo X. Analisis industria EAM 2012”, en la hoja “DANE Resumen Total Nacional”. La EAM no considera el CIU 21 V4.0.

Adicionalmente, los resultados presentados por el DANE por departamento y por actividad CIU v3.0, se transformaron y filtraron para las actividades CIU v4.0 de este estudio y el resultado se encuentra en el mismo anexo, en la hoja “DANE Dpto y Actividad”.

Finalmente, se utilizaron los resultados EAM por grupos industriales en el archivo “Anexo X. Base de datos muestra-Industrial_3” hoja “EAM 2012” y con esta información se calcularon totales para los 13 grupos a considerar con las variables número de establecimientos, producción bruta y energía eléctrica consumida.

Tabla 3. Principales variables de la EAM 2012

DIVISIÓN INDUSTRIAL	NUMERO DE ESTABLECIMIENTOS	PRODUCCIÓN BRUTA (mil de pesos)	ENERGÍA ELÉCTRICA CONSUMIDA (kWh)	NUMERO DE ESTABLECIMIENTOS	PRODUCCIÓN BRUTA	ENERGÍA ELÉCTRICA CONSUMIDA (KWH)
19	116	\$ 44,573,452,838	893,166,160	2.50%	37.26%	9.87%
20	602	\$ 20,185,036,167	1,629,550,819	12.99%	16.87%	18.00%
21	214	\$ 4,608,881,147	174,271,086	4.62%	3.85%	1.93%
22	765	\$ 7,945,697,176	1,156,271,120	16.51%	6.64%	12.78%
23	490	\$ 10,176,795,551	1,851,468,468	10.58%	8.51%	20.46%
24	178	\$ 10,572,706,310	2,546,965,917	3.84%	8.84%	28.14%
25	730	\$ 4,454,825,490	266,578,296	15.76%	3.72%	2.95%
26	44	\$ 216,408,456	6,137,497	0.95%	0.18%	0.07%
27	203	\$ 4,053,721,835	190,707,525	4.38%	3.39%	2.11%
28	545	\$ 2,424,824,859	87,441,243	11.76%	2.03%	0.97%
29	196	\$ 6,077,548,497	123,324,355	4.23%	5.08%	1.36%
30	57	\$ 2,043,080,456	27,042,662	1.23%	1.71%	0.30%
31	493	\$ 2,294,484,922	97,650,756	10.64%	1.92%	1.08%
TOTAL CIU 19 – 31	4,633	\$ 119,627,463,704	9,050,575,904			
TOTAL NACIONAL	9,260	\$ 197,717,103,975	15,044,116,391			
PARTICIPACIÓN	50.03%	60.50%	60.16%			

Fuente: 2014 DANE, EAM 2012

De la tabla anterior se puede observar que los CIU considerados participan con el 50% del total de establecimientos, con el 60.5% de la producción bruta y del 60.2% del consumo de energía eléctrica. Desde el punto de vista del consumo de energía y basados

en los resultados de la EAM se puede asumir para el sector industrial una buena correlación entre energía consumida y producción.

2. Bygton 2014

Se cuenta con el Directorio Interactivo Bygton 2014 con las principales empresas Colombianas. El directorio consiste en un listado de 1.380 empresas en 17 departamentos y Bogotá D.C.

El listado contiene la siguiente información:

- Razón social y nit
- Datos de contacto (dirección, teléfonos, mail, web)
- Fecha de fundación
- Número de empleados
- Información financiera (ingresos, activos, exportaciones, importaciones)
- Actividad CIU en versión 1, 2 y 3 a 4 dígitos

El directorio Bygton, también será utilizado como referencia para contactar las empresas que se vayan a seleccionar en la muestra.

3. SIREM 2013

La Superintendencia de sociedades tiene a disposición del público la base de datos del Sistema de Información y Reporte Empresarial SIREM (<http://sirem.supersociedades.gov.co>), que contiene los estados financieros con corte a 31 de diciembre de cada año de las empresas vigiladas por esa Superintendencia.

La base de datos disponible para este estudio es la correspondiente al año 2013 (31 de diciembre). Está compuesta por 26.278 empresas de todos los sectores, cada una identificada por NIT y razón social, incluye código CIU en versión 3, Departamento y la información de estados financieros.

La base de datos tiene 4.286 empresas registradas en la sección D (manufactura). Estos códigos se convirtieron a CIU 4, logrando 2.055 coincidencias.

Para los casos con información a cuatro dígitos se utilizó el paralelo de United Nations Statistics Division <https://unstats.un.org/unsd/cr/registry/regso.asp?Ci=61&Lg=1&Co=&T=0&p=1>. En la versión de UNSTATS se evidencia que un mismo código en versión 3 está asignado a más de un código en versión 4, lo que genera un pequeño error en la distribución de empresas.

2.1.1.2 Conformación de marco de muestra

A partir de la información en las bases de datos Bygton y SIREM, que permiten identificar para cada establecimiento su tamaño y ubicación geográfica, se conformó un listado único de 2.752 personas jurídicas clasificadas en las actividades CIIU de interés del estudio, este listado se anexa en la hoja “Consolidada 2014” del archivo “Anexo . Base datos muestra consolidada”.

2.1.2 Selección de la muestra

Para la selección de las unidades a encuestar se realiza un diseño estratificado considerando dos etapas:

1. Tamaño de empresas
2. Ubicación geográfica

Las empresas en el marco de muestra se clasifican por tamaño en Micro, Pequeña, Mediana y Grande, según la ley y utilizando la variable “activos”.

Tabla 4. Clasificación de empresa por tamaño

TAMAÑO	RANGO	SMLV	SMLV	DESDE	HASTA
MICRO	HASTA 500 SMMLV	0	500	\$ -	\$ 308,000,000
PEQUEÑA	DE 501 A 5.000 SMMLV	501	5000	\$ 308,616,000	\$ 3,080,000,000
MEDIANA	DE 5.001 A 50.000 SMMLV	5001	30000	\$ 3,080,616,000	\$ 18,480,000,000
GRANDE	MAYOR A 50.000 SMMLV	30001		\$ 18,480,616,000	\$ -

Fuente: Ley 905 de 2004, Ley 1111 de 2006 Y Ley 1450 de 2011

Para la ubicación geográfica SIREM y Byington tienen información por departamento, con lo cual es posible estratificar el muestreo a nivel de regiones, considerando las siguientes:

- Costa: Córdoba, Sucre, Bolívar, Atlántico, Magdalena, Cesar, La Guajira
- Noroeste: Antioquia, Chocó
- Noreste: Santander, Norte de Santander, Arauca
- Centro: Cundinamarca, Boyacá, Casanare, Meta
- CQR: Caldas, Quindío, Risaralda
- Tolima Grande: Tolima, Huila, Caquetá
- Suroccidente: Valle del Cauca, Cauca, Nariño

Basados en la clasificación de tamaño de la base de datos consolidada de 2.752 empresas jurídicas, se obtiene:

Tabla 5. Número de empresas según tamaño en directorio o marco de muestra

TAMAÑO	No. Empresas	Proporción
GRANDE	651	24%
MEDIANO	1,053	38%
PEQUEÑO	1,020	37%
MICRO	28	1%
Total general	2,752	100%

Fuente: 2014. Análisis CORPOEMA

La población objeto de estudio se puede dividir en dos grandes grupos, un primer grupo con las 651 empresas grandes con características especiales, pues dada su importancia y su tamaño cuentan con buena información sobre consumos de energía y producción que permiten predecir niveles de variabilidad más pequeños que en el resto de empresas. El segundo grupo lo constituyen las 2.101 empresas restantes.

Siguiendo el concepto de representatividad propuesto, estos dos grupos tienen comportamiento y características similares dentro de ellos, de tal forma que se seleccionará una muestra diferente en cada uno de ellos, pues el primero representa la mayor parte del consumo y el segundo representa el gran número y la heterogeneidad de las empresas pequeñas y micros.

Para el cálculo del tamaño de muestra se aplica la fórmula de Cochran para poblaciones finitas a los dos grupos de empresas descrito anteriormente.

Según la información de XM ASIC, los establecimientos clasificados en tamaño grande representan el 81.4% de la energía eléctrica consumida por todos los códigos CIU considerados del 19 al 31, de tal forma que el restante 18.6% de la energía es consumido por el resto de las empresas.

La fórmula de Cochran para el cálculo de muestras en proporciones es la siguiente:

$$n_0 = \frac{Z^2 pq}{e^2}$$

Donde:

n_0 : Tamaño de la muestra.

Z^2 : Es la abscisa de la curva normal que corta el área α en la cola ($1 - \alpha$ equivale al nivel de confianza).

e : Valor deseado de la precisión o error muestral.

p : Máxima variabilidad con $q = 1 - p$. Como se mencionó en la propuesta este dato fue calculado por el DANE en la EAM 2012.

Tabla 6. Tamaño de muestra propuesto

Tamaño de establecimientos	Número de establecimientos	% Consumo p	Nivel de precisión % e	Nivel de confianza % Z	Tamaño de muestra	Muestra corregida
Grandes	651	81.4	7	95	119	100
Medianos, pequeños y micro	2101	18.6	5	95	233	209

Fuente: 2014. CORPOEMA

El tamaño calculado, será ajustado a su vez de acuerdo con el número de establecimientos del marco de muestra N, así:

$$n_* = \frac{n}{1 + \frac{n}{N}}$$

El tamaño de muestra corregido es 100 empresas grandes y 209 empresas del segundo grupo.

La muestra será distribuida según las proporciones por tamaño y región del listado marco de muestra. Los valores a partir de los cuales se calcula dicha proporción están dados en la siguiente tabla.

Tabla 7. Distribución de empresas por tamaño y región

REGIÓN/TAMAÑO	Actividad CIU													Total
	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
CENTRO														
GRANDE	22	63	28	54	28	13	37		12	18	28	4	11	318
MEDIANO	39	88	47	124	36	18	72	8	28	44	58	2	41	605
PEQUEÑO	3	1	1	2	2	1	3		1	1		1	2	18
MICRO	58	103	30	115	35	21	107	14	30	39	31	2	45	630
COSTA														
GRANDE	12	17	6	19	8	1	10	2	1	6	1	1	1	85
MEDIANO	3	9	2	10	7	3	15	2	4	7		3	4	69
PEQUEÑO			1	2			1	1		1				6
MICRO	1	9	3	4	3	2	8	1	1	1	1	1	2	37
CQR														
GRANDE		2		5	4	2	5		2	1	2	1		24
MEDIANO		3		8	6		4	2	2	1	2	1	2	31

REGIÓN/TAMAÑO	Actividad CIU													Total
	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
PEQUEÑO					1									1
MICRO	1	1		4	3	1	8			2	4		1	25
NORESTE														
GRANDE	4	2		2	3	1	2	1		2	3			20
MEDIANO	4			6	9		8		3	3	2		2	37
PEQUEÑO	16	1	1	7	8	1	11	1	2	5			1	54
NOROESTE														
GRANDE	4	21	2	21	14	5	18	1	5	5	4	2	4	106
MEDIANO	4	36	6	48	18	13	32	2	5	7	11	1	10	193
PEQUEÑO	1													1
MICRO	4	26	7	35	14	3	44	7	7	7	8	3	9	174
SUROCCIDENTE														
GRANDE	2	23	9	23	4	4	14	2	2	4	5	1	3	96
MEDIANO	2	14	4	28	12	5	17	1	5	10	4		4	106
PEQUEÑO				1							1			2
MICRO	4	16	4	20	8		21	1	5	5		1	3	88
TOLIMA GRANDE														
GRANDE	1	1												
MEDIANO		6			2		3				1			12
PEQUEÑO	1	2	1	1	4					2	1			12
Total general	186	444	152	539	229	94	440	46	115	171	167	24	145	2,752

Fuente: 2014. CORPOEMA

Utilizando los datos de la tabla anterior se distribuye la muestra, redondeando a la cifra más cercana, en algunos casos del orden superior para asegurar representatividad de todas las zonas geográficas. Dado que regiones como CQR y Tolima grande tienen poca participación, pero es de interés del estudio evaluar empresas en dichas zonas, la muestra se aumentó en dichos sectores por encima de lo que la proporcionalidad exige.

Tabla 8. Distribución de la muestra

REGIÓN/TAMAÑO	Actividad CIU													Total
	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
CENTRO														
GRANDE	3	10	3	10	7	4	5	-	2	1	6	-	3	54
MEDIANO	4	9	5	11	5	2	10	1	-	4	6	-	4	61
MICRO	1	-	-	1	1	-	1	-	-	1	-	-	-	5
PEQUEÑO	8	9	1	11	4	1	11	1	2	5	3	1	3	60
COSTA														
GRANDE	1	4	1	3	-	-	2	-	1	-	-	-	-	12
MEDIANO	-	-	1	1	1	-	2	-	1	-	-	-	-	6
MICRO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PEQUEÑO	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	2
CQR														
GRANDE	-	-	-	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	3
MEDIANO	-	1	-	2	-	-	1	-	-	-	-	-	1	5
MICRO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PEQUEÑO	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
NORESTE														
GRANDE	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2
MEDIANO	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	1	-	-	4
PEQUEÑO	2	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
NOROESTE														
GRANDE	-	2	-	3	2	1	3	-	1	-	-	-	-	12
MEDIANO	-	3	1	5	2	1	3	-	-	1	1	1	1	19
MICRO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PEQUEÑO	-	3	1	4	-	-	3	-	-	-	-	-	1	12
SUROCCIDENTE														

REGIÓN/TAMAÑO	Actividad CIU													Total
	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
GRANDE	-	2	1	4	3	-	2	-	-	-	-	-	-	12
MEDIANO	-	2	-	2	2	1	2	-	1	-	-	-	1	11
MICRO	-	-	-	-	1	-	-	-	2	-	-	-	-	3
PEQUEÑO	-	2	-	1	-	-	2	-	-	-	-	-	-	5
TOLIMA GRANDE														
GRANDE	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
MEDIANO	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	2
MICRO	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	
PEQUEÑO	1	-	1	1	1	-	-	-	-	1	1	-	-	6
Total general	21	53	16	65	34	10	51	2	10	13	18	2	14	309

La muestra definitiva es de 309 empresas, distribuidas por tamaño y ubicación como se muestra en las siguientes tablas.

Tabla 9. Distribución de la muestra según tamaño

TAMAÑO	No. Empresas en el marco	No. Empresas en la muestra
GRANDE	651	100
MEDIANO	1.053	108
PEQUEÑO	1.020	91
MICRO	28	10
Total	2.752	309

Tabla 10. Distribución de la muestra según zona geográfica

ZONA GEOGRÁFICA	No. Empresas en el marco	No. Empresas en la muestra
CENTRO	1.571	180
COSTA	197	20
CQR	81	9
NORESTE	111	11
NOROESTE	474	43
SUROCCIDENTE	292	31
TOLIMA GRANDE	26	15
Total	2.752	309

2.1.3 Evaluaciones energéticas realizadas en campo

Una vez iniciado el trabajo de campo y conforme se realizaban los contactos para realizar encuestas y mediciones, algunas de las unidades muestrales que inicialmente fueron seleccionadas aleatoriamente del marco de muestra, debieron ser cambiadas, dado que no se ubicó a la empresa o la empresa no autorizó la encuesta.

Tabla 11. Distribución de la muestra aplicada

REGIÓN/TAMAÑO	Actividad CIU													Total
	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
CENTRO														
GRANDE	1	7	-	17	18	4	5	-	2	1	6	-	3	64
MEDIANO	3	9	-	11	6	3	10	1	-	-	3	-	-	46
MICRO	2	2	-	2	1	-	1	-	-	1	-	-	2	11
PEQUEÑO	16	11	1	5	4	1	4	1	-	6	4	1	1	55
COSTA														
GRANDE	1	4	1	7	1	-	3	-	1	-	-	-	1	19
MEDIANO	-	-	1	3	1	-	5	-	1	-	-	-	-	11
MICRO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PEQUEÑO	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1

REGIÓN/TAMAÑO	Actividad CIU													Total
	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
CQR														
GRANDE	-	-	-	2	-	-	3	-	1	2	1	-	-	9
MEDIANO	-	1	-	2	-	-	2	1	-	-	-	-	1	7
MICRO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
PEQUEÑO	-	-	-	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	3
NORESTE														
GRANDE	1	1	-	-	5	-	-	-	-	-	2	1	-	10
MEDIANO	-	-	-	2	3	-	-	-	-	1	1	-	-	7
PEQUEÑO	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
NOROESTE														
GRANDE	-	2	-	3	2	1	7	-	5	-	-	-	-	20
MEDIANO	-	2	-	5	-	1	-	-	-	-	1	1	1	11
MICRO	-	1	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	3
PEQUEÑO	-	3	-	6	-	-	2	-	-	-	-	-	2	13
SUROCCIDENTE														
GRANDE	-	2	1	4	3	-	-	-	-	-	-	-	-	10
MEDIANO	-	2	-	2	2	1	3	-	1	-	-	-	1	12
MICRO	-	-	-	-	1	-	-	-	3	-	-	-	-	4
PEQUEÑO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOLIMA GRANDE														
GRANDE	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
MEDIANO	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
MICRO	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PEQUEÑO	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Total general	24	52	5	76	51	11	49	3	14	11	18	3	13	330

Finalmente, el conjunto de empresas encuestadas es el que se presenta en la tabla anterior. En resumen, ubicar empresas manufactureras con disposición a colaborar con el proyecto, fue mucho más sencillo en el grupo de tamaño grande y por ello el resultado es una sobremuestra del 37%. Esta situación fue muy beneficiosa para el proyecto, por cuanto estas empresas son las de mayor consumo energético e incluyen procedimientos de manufactura especiales y con variaciones dentro del mismo CIU, que permitieron una mejor caracterización del sector.

En el segundo grupo, el contacto y los acuerdos con empresas del rango medianas y pequeñas fue un poco más complicado, se esperaba contactar 209 empresas y se lograron 193, es decir el 92% de lo esperado. Sin embargo, esta situación no se considera crítica, dado que las características de operación de este grupo de empresas son mucho más homogéneas y por lo tanto no se pierde representatividad. En total se evaluó un 7% más del tamaño de muestra diseñado en el proyecto y se cumplió con lo planteado en la propuesta inicial a la UPME.

Las siguientes tablas resumen los resultados de número de evaluaciones realizadas según tamaño de la empresa y ubicación geográfica.

Tabla 12. Distribución de la muestra aplicada según tamaño

TAMAÑO	No. Empresas en el marco	No. Empresas en la muestra	No. Empresas encuestadas
GRANDE	651	100	137
MEDIANO	1.053	108	95
PEQUEÑO	1.020	91	76
MICRO	28	10	22
Total	2.752	309	330

Tabla 13. Distribución de la muestra aplicada según zona geográfica

ZONA GEOGRÁFICA	No. Empresas en el marco	No. Empresas en la muestra	No empresas encuestadas
CENTRO	1.571	180	176
COSTA	197	20	31
CQR	81	9	20
NORESTE	111	11	20
NOROESTE	474	43	47
SUROCCIDENTE	292	31	26
TOLIMA GRANDE	26	15	10
Total	2.752	309	330

2.2 METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL TRABAJO DE CAMPO Y DETERMINACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS EMPRESAS

2.2.1 Desarrollo de las evaluaciones energéticas y determinación de alternativas de eficiencia energética

Una evaluación energética es un proceso que tiene por objetivo encontrar las oportunidades para optimizar el consumo energético dentro de cualquier sistema consumidor de energía, en este proceso se interrelacionan la eficiencia energética, el mantenimiento y las condiciones de operación como principales componentes para analizar los sistemas. Para concluir que medidas deben tomarse para optimizar los consumos de energía.

Los objetivos del trabajo de campo y el desarrollo del estudio son:

- Evaluar cualitativa y cuantitativamente el consumo de energía.
- Determinar la eficiencia energética, pérdidas y despilfarros de energía en equipos y procesos.
- Identificar alternativas de eficiencia energética con criterio costo eficiente.
- Establecer indicadores energéticos de control y estrategias de operación y mantenimiento.

La metodología para el desarrollo de la evaluación se compone de 4 etapas básicas que son:

1. Solicitud de información
2. Caracterización energética de la planta
3. Identificación de opciones para reducir el consumo de energía
4. Alternativas de mejoras de eficiencia energética

2.2.2 Descripción general del trabajo de campo

El procedimiento para realizar la evaluación energética se compone de las siguientes etapas:

2.2.2.1 Solicitud de información

En contacto inicial se buscó recopilar la información básica de la planta, los consumos históricos de energéticos y el inventario de equipos consumidores de energía.

La información que se recopiló de las empresas es confidencial y es usada con los propósitos del presente proyecto sin revelar nombres, razones sociales u otros, la planta evaluada figurará con un código correspondiente al CIU.

Se solicitó la siguiente información:

- a. Aspectos Genéricos de la Edificación
 - Identificación y Ubicación de la Edificación
 - Años aproximados de construcción
 - Datos sobre ocupación (horarios, días, capacidad)
 - Contactos y datos de las personas responsables de la administración de la edificación
- b. Suministro y Consumo de Energía
 - Energéticos utilizados (Electricidad, Gas Natural, carbón, GLP, Otros.)
 - Diagramas unifilares eléctricos y térmicos (circuitos de acometida y distribución).
 - Condiciones de suministro de energía (Tensión de alimentación, presión de suministro de gas natural, características de estación o subestación eléctrica, plantas de emergencia, forma de compra de la energía y tarifas).
 - Condiciones de consumo de energía (registro histórico de los últimos dos años de los consumos de electricidad activa y reactiva, y de los consumos de gas natural, GLP u otros energéticos)
 - Sistemas y equipos de consumo final de energía, eléctricos y térmicos.
 - Caracterización de energéticos, poder calorífico, composición básica.

2.2.2.2 Caracterización energética de la planta

Durante esta etapa del proyecto se realizó todas las actividades tendientes a cumplir la revisión energética y caracterización de la edificación. Esto se realiza con mediciones de corrientes, voltaje, potencia, factor de potencia y demás parámetros eléctricos, además de la termografía de tableros, instalaciones, y equipos que sean pertinentes. Para el caso de equipos térmicos se hicieron termografías en los equipos térmicos a fin de identificar problemas de aislamiento, se hará recorrido para detectar fugas en las tuberías de distribución y termografías a los equipos de uso final; en las calderas u hornos donde por acceso se realizaron mediciones de gases de salida en chimeneas a fin de estimar la eficiencia del equipo.

En la caracterización se analizan los siguientes puntos:

1. Revisión de la información disponible que fue solicitada previamente a la visita
2. Verificación de la información suministrada y evaluación de las necesidades de información adicional, incluyendo la levantada previamente en el acompañamiento realizado por el grupo consultor.
3. Inventario de equipos. Se realizará el inventario de equipos de acuerdo con los siguientes usos finales:

Energía Eléctrica

- Fuerza (Motores, aire comprimido, bombas, ventiladores etc.)
- Equipos de calor directo
- Equipos de calor indirecto
- Iluminación
- Otros usos (Refrigeración, Aire acondicionado, equipo de oficina, computadores, entre otros)

Los equipos que se emplean para cada uno de los usos finales pueden tener diferentes patrones de uso, y ser de diferentes marcas y especificaciones. El inventario de equipos incluye la siguiente información: Uso final, equipo, localización en el establecimiento, características eléctricas (voltaje, corriente, potencia, etc.), cantidad y patrón de uso de acuerdo con la información suministrada por los usuarios.

Equipos térmicos

- Calor directo (hornos de cerámica, hornos de fundición, hornos ladrilleros, hornos de cementeras etc)
 - Calor indirecto (calderas, sistemas de distribución de vapor, intercambiadores de calor, etc.)
 - Fuerza (turbinas y otros)
4. Se definen los circuitos, equipos o procesos a medir dependiendo de los planos eléctricos o diagramas unifilares recibidos previamente, tableros de distribución y/o equipo de medición de la empresa distribuidora de electricidad.
 5. Se definen los circuitos de vapor y aire comprimido a inspeccionar dependiendo de los planos y diagramas suministrados previamente.
 6. El grupo de mediciones será el encargado de instalar los analizadores de red en cada una de los totalizadores de cada transformador, instalo pinzas amperimétricas con registradores de datos los cuales censaron las variables eléctricas minuto a minuto por 24 horas.

En esta actividad se incluyen las siguientes acciones:

- Revisión de diagramas unifilares, circuitos de aire comprimido, vapor, circuitos de aire acondicionado y ventilación.
- Inspección de subestaciones y tableros de distribución.
- Se instalaron medidores para determinar el consumo de energía en los procesos y equipos de uso final intensivos en el consumo de energía.
- Evaluación del uso de sistemas de automatización y control.

- Medición o estimación del consumo de otros energéticos tales como gas natural, GLP y ACPM para plantas de emergencia.
- Inspección de equipos y tuberías de suministro de vapor, verificación de fugas y aislamientos.
- Inspección de equipos y tuberías de suministro de aire comprimido, verificación de fugas.
- Evaluación de los gases de escape con analizador de gas.
- Durante las inspecciones a las diferentes instalaciones se tomaron termografías de los equipos e instalaciones. (subestaciones, tableros de distribución, calderas, hornos, intercambiadores de calor, circuitos de vapor y de frío, aires acondicionados, cuartos fríos, entre otros)

Estos recorridos e instalación de equipos se realizaron con acompañamiento de personal técnico de la empresa, se revisaron tableros de distribución, lecturas de monitores, se tomaron fotos y se recopiló información histórica. Se midieron temperaturas con cámara termográfica de los transformadores y cajas de conexión, acometidas, contactores y demás equipo de instalaciones eléctricas existentes. Si existe generador se miden temperaturas de motores y cajas de velocidades, se registran consumos de combustibles on line e históricos, se revisan tableros de control de las bombas, lecturas de monitores, variadores. Se miran máquinas herramientas en operación. Se evalúa térmicamente los sistemas de vapor incluyendo calderas, tubería de distribución y equipos de uso final. Se realizan termografías a los equipos de fuerza tales como bombas, motores y cajas de velocidades, compresores, cuartos fríos, evaporadores y condensadores y demás infraestructura encontrada en las plantas evaluadas.

2.2.3 Determinación de las alternativas de ahorro de energía

A partir de la identificación de opciones para reducir el consumo de energía realizada en las evaluaciones energéticas en las diferentes plantas se elaborará una identificación de opciones o alternativas de Eficiencia Energética para cada una de las empresas medidas y visitadas, posteriormente se elaborará un portafolio de medidas de ahorro energético para cada grupo de códigos CIU 19 a 31 y para cada tamaño de establecimiento.

- Se analizarán tres clases de opciones
 - Opciones básicas, de Costo Cero (o muy bajo costo), introducción de buenas prácticas operativas, de gestión y mantenimiento.
 - Opciones intermedias, con inversiones relativamente bajas y tiempos de recuperación de capital entre 1 y 3 años.
 - Opciones avanzadas con mayores inversiones y tiempos de recuperación más altos.
- Se agruparán en base a tipificación según los TdR de la UPME, así:
 - Sustitución de energéticos
 - Hábitos de consumo

- Reconversión y actualización tecnológica
- Cambios en procesos productivos
- Cambios en procesos administrativos

Con base en las opciones se evaluará el potencial de ahorro de energía en el sector industrial CIIU 19 a 31, estimando cuantitativamente los escenarios posibles de reducción del consumo energético y de emisiones de GEI en los subsectores de servicios analizados, se discriminaran por procesos, usos y equipos y de acuerdo a los tipos de opciones descritas.

2.2.4 Análisis de riesgos

2.2.4.1 Elementos de seguridad industrial

A continuación se mencionan los elementos de protección personal que se utilizan para la realización de la evaluación energética.

- Casco de Seguridad
- Camisa de manga larga
- Pantalón de Jean
- Chaleco institucional
- Botas de Cuero dieléctricas
- Bloqueador solar
- Guantes

2.2.4.2 Riesgos asociados a los recorridos

Visitas y recorridos por áreas y equipos con alto consumo de energía

Los riesgos asociados a esta actividad están relacionados con el desconocimiento de los peligros asociados a las áreas de alto voltaje y corriente y los tableros eléctricos de distribución. Riesgos por no respetar la señalización de las áreas peligrosas.

Medición de temperaturas con cámara termográfica en equipos en operación caliente

Los riesgos asociados a esta actividad están relacionados con el desconocimiento de los peligros asociados a las áreas de alta temperatura en los motores, transformadores, calderas y otros equipos. Riesgos por no respetar la señalización de las áreas peligrosas y las distancias mínimas de acercamiento.

2.2.4.3 Mitigación de riesgos

Visitas y recorridos por áreas y equipos con alto consumo de energía

Para minimizar los riesgos descritos se debe contar con el acompañamiento de personal de mantenimiento experto en el área, con el cual o se ha socializado previamente la actividad a realizar. También se debe conocer previamente los sitios por donde no se puede transitar y las distancias mínimas de acercamiento a los equipos.

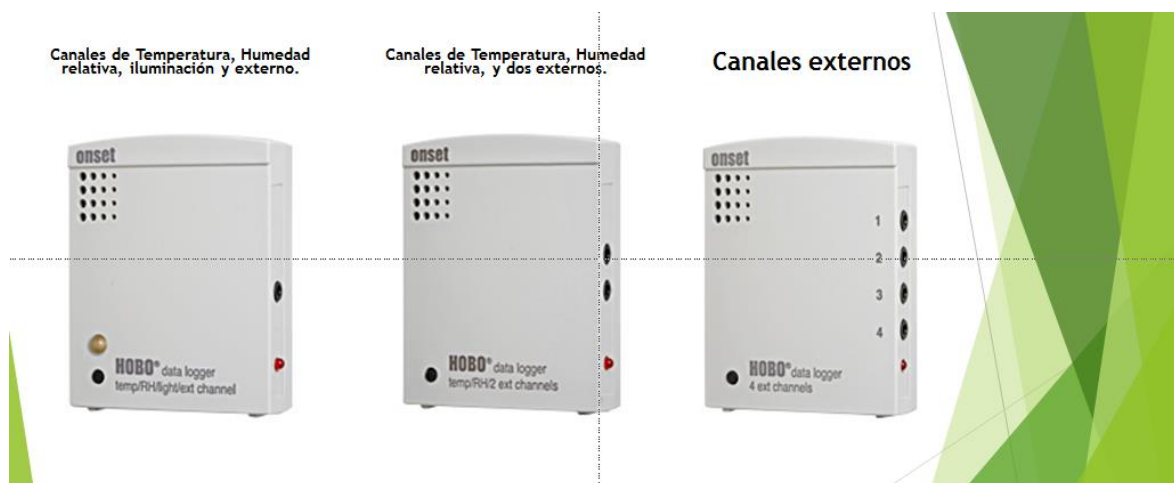
Medición de temperaturas con cámara termográfica en equipos en operación caliente

Para minimizar los riesgos descritos se debe contar con el acompañamiento de personal de mantenimiento experto en el área, con el cual o se ha socializado previamente la actividad a realizar. También se debe conocer previamente los sitios por donde no se puede transitar y las distancias mínimas de acercamiento a los equipos.

2.3 EQUIPOS DE MEDICIÓN

Los siguientes son los equipos de medición con los que conto CORPOEMA para la evaluación energética de las empresas de los CIU 19 a 31.

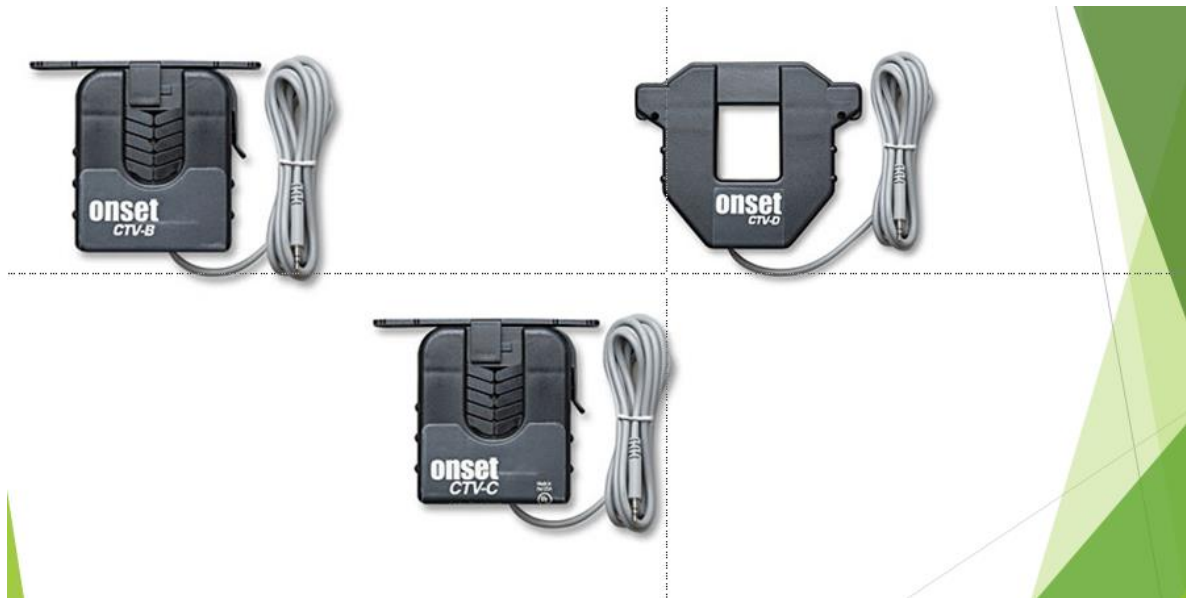
2.3.1 Data Logger



- Registrador de datos de 1, 2 y 4 canales externos, los cuales mediante sensores de corriente y temperatura almacenan información de variables.
- Registradores de datos con sensores internos que censan variables de Iluminación, Humedad Relativa y Temperatura Ambiente.

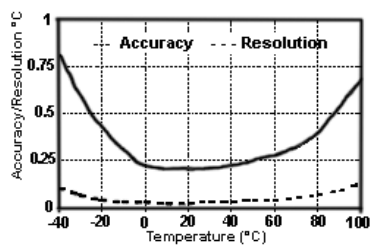
- Resolución de 12 bits
- Capacidad de memoria alta (43.000 mediciones)
- Arranque programable o manual
- Versiones con sensores internos de temperatura ambiente, humedad relativa y/o intensidad lumínica
- Rango de medición entre 1 s hasta 18 horas

2.3.2 Transductor de corriente



- Sensores de corriente AC, de 20A, 50A, 100A, 200A y 600^a, los cuales censan la corriente y los datos medidos se almacenan en los data logger.
- Tiempo de respuesta entre 100 y 400 ms
- Corriente de entrada AC, onda senoidal
- Opera en circuitos con factor de potencia entre 0.5 y 1, capacitivo o inductivo
- Máximo voltaje AC 600V

2.3.3 Transductores de temperatura



- Sensores externos de temperatura
- Tiempo de respuesta entre 1 y 3 min
- Rango de medición: entre -40 y 100 °C

2.3.4 Analizadores de red y de calidad de energía



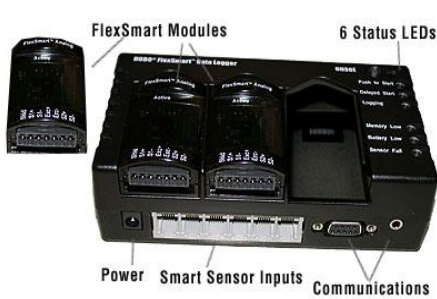
- Medidas Verdaderas RMS
- Medidas de calidad de energía, armónicos, potencia y energía activa, reactiva y aparente, demanda pico, factor de potencia, secuencia de fases, frecuencia.
- Funciones de megohmetro
- Funciones de resistencia y resistividad de tierras
- Capacidad de almacenamiento de 2 MB
- Sensores de corriente flexibles de medición de hasta 3000A

2.3.5 Cámaras Termográficas



Permite la toma de imágenes termográficas en instalaciones, equipos eléctricos y térmicos además de estructuras.

2.3.6 Data Logger Trifásico



HOB0 FlexSmart™

Data Logger para el monitoreo de sistemas de energía y aplicaciones industriales

1 a 15 canales

2.3.7 Termohigroanemómetros



Permite la toma de muestras de humedad relativa, temperatura y velocidad del aire, equipos utilizados para determinar condiciones de operación de aires acondicionados.

1.1.1.1 Luxómetro



- Permite la medición de niveles de iluminación.
- Rango: 2.000, 20.000, 50.000 Lux
200, 2.000, 5.000 Pies - Candela
- Tipo de iluminación: Luz de día, Lámpara tungsteno, Fluorescente, mercurio
- Funciones: Salida de datos: RS 232
- Retención de lectura
- Memoria: Máximo, mínimo y promedio

2.3.8 Vatímetro digital, Multímetros y pinzas amperimétricas digitales



- Medición de parámetros eléctricos
- Medidas Verdaderas RMS
- Rango Corriente :700A AC
- Rango Voltaje :600 VAC

- Potencia Real :750KW
- Potencia Aparente :750KVA
- Potencia Reactiva :750KVAR
- Energía :75000KWh, 75000KVAh, 75000Kvarh
- Factor de Potencia :0,3 - 1, 750VAC
- Trifásico

2.3.9 Tablets



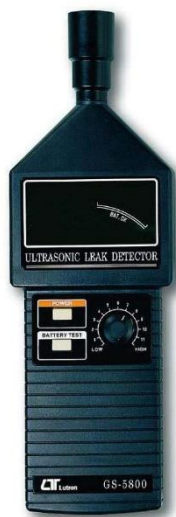
Dispositivos para la captura de inventarios, descarga y análisis de mediciones, evaluación preliminar de caracterización, interfaz del sistema AUDITORIAEMA® y AUDITORIAEMAT®, con envío remoto de resultados a servidor central de CORPOEMA.

2.3.10 Medidores de GLP y caudalimetro



Permite la medición del consumo de GLP y gas natural. El medidor de GLP empleado es idéntico al empleado en instalaciones domiciliarias colombianas adaptado y calibrado para medición de GLP, se cuenta con dos tipos de medidor, de tipo residencial para establecimientos pequeños y del tipo industrial. Además se cuenta con un caudalimetro de ultrasonido para medición de flujos líquidos y gases.

2.3.11 Detector de fugas



Se cuenta con un detector de fugas por ultrasonido, a fin de evaluar el estado de instalaciones de vapor o aire comprimido.

2.3.12 Analizador de combustión



Equipo para determinar eficiencia en calderas, el consorcio cuenta con 1 equipo.

2.3.13 Detector de circuitos



El consorcio cuenta con un seguidor de circuitos, a fin de determinar que instalaciones electricas corresponden a los circuitos no identificados en tableros de distribución.

2.4 MECANISMOS DE CONTROL IMPLEMENTADOS PARA GARANTIZAR LA CALIDAD DE LA INFORMACIÓN

Los mecanismos de control diseñados e implementados para garantizar la calidad de la información son los siguientes:

1. Utilización de formatos de medición y visita técnica, los cuales fueron probados exitosamente en otros estudios realizados recientemente en algunas regiones del país y ajustados en la prueba piloto desarrollada.
2. Capacitación a los técnicos y líderes de grupo de mediciones.
3. Entrenamiento y experiencia de los profesionales que realizaron las mediciones en estudios similares, Adicionalmente recibieron entrenamiento por parte de los expertos de CORPOEMA en el uso de los aparatos de medición y en la evaluación de la información capturada con los mismos.
4. Supervisión en el levantamiento de inventario de equipamiento por personal idóneo, con experiencia en estudios anteriores. Los encargados del levantamiento de inventario y mediciones fueron supervisados todo el tiempo por personal experto de CORPOEMA y fueron atendidas todas las inquietudes y preguntas en el momento en que se presentaron.
5. Validación de resultados de cada registro o establecimiento visitado antes de ingresar a la base de datos para identificar necesidades como rehacer el levantamiento o completar información. También se realizó supervisión de la información después de digitalizada en la base de datos

6. Verificación de datos extremos sobre los resultados en la base de datos.

2.5 FORMATOS DE CAPTURA DE INFORMACIÓN

Para la caracterización del consumo de energía de los establecimientos del sector industrial CIU 19 a 31, se adoptaron los siguientes formatos de captura de información, los cuales fueron probados y ajustados en las plantas de la prueba piloto, estos formatos de captura están reunidos en un software desarrollado por CORPOEMA denominado AUDITORIA_EMA para análisis eléctrico y AUDITORIA_EMAT para análisis térmico.

Tabla 14. Formatos de captura de información de caracterización de la empresa

1. DATOS GENERALES DE LA EMPRESA													
FECHA DE REALIZACIÓN DE LA AUDITORIA							CE						
RAZÓN SOCIAL DE LA EMPRESA							NIT						
DIRECCIÓN					TELÉFONO					FAX			
WEB					CIUDAD			BOGOTÁ					
ACTIVIDAD INDUSTRIAL							CÓDIGO CIU						
REPRESENTANTE LEGAL O APODERADO							CARGO						
PERSONA ACOMPAÑANTE							CARGO						
TELÉFONO						CELULAR				EMAIL			
2. ORGANIZACIÓN DE LA INSTITUCIÓN													
NUMERO DE TRABAJADORES							NÚMERO DE DÍAS DE TRABAJO AL MES			30			
HORARIO LABORAL		DE		AM	PM	A		AM	PM				
TURNO 1		DE		AM	PM	A		AM	PM	No. TRABAJADORES			
TURNO 2		DE		AM	PM	A		AM	PM	No. TRABAJADORES			
TURNO 3		DE		AM	PM	A		AM	PM	No. TRABAJADORES			
TURNO 4		DE		AM	PM	A		AM	PM	No. TRABAJADORES			

DATOS DE PRODUCCIÓN

Mes		Producción		
		Ton	Ventas	Otra
1	sep-12			
2	oct-12			
3	nov-12			
4	dic-12			
5	ene-13			
6	feb-13			
7	mar-13			
8	abr-13			
9	may-13			
10	jun-13			
11	jul-13			
12	ago-13			
13	sep-13			
14	oct-13			
15	nov-13			
16	dic-13			
17	ene-14			
18	feb-14			
19	mar-14			
20	abr-14			
21	may-14			
22	jun-14			
23	jul-14			
24	ago-14			

DATOS DE ENERGÉTICOS

	Energéticos usados en la empresa	Empresa comercializadora	Unidad de compra	Tarifa	Tipo de Contrato
<input type="checkbox"/>	Energía Eléctrica	Codensa	kWh	358.70	Febrero (precio unidad de compra)
<input type="checkbox"/>	Gas Natural	No	m3		
<input type="checkbox"/>	GLP	No			
<input type="checkbox"/>	CARBÓN	NO			
<input type="checkbox"/>	ACPM	NO			
<input type="checkbox"/>	Otro	NO			

	Energéticos usados en la empresa	Contador al inicio	Contador al final
<input type="checkbox"/>	Energía Eléctrica		
<input type="checkbox"/>	Gas Natural		

Mes		Energía Eléctrica kWh	Gas Natural m3	GLP	CARBÓN	ACPM	OTRO
1	jun-11	406,421					
2	jul-11	404,609					
3	ago-11	410,316					
4	sep-11	421,143					
5	oct-11	396,272	465				
6	nov-11	406,195	474				
7	dic-11	397,862	492				
8	ene-12	426,056	462				
9	feb-12	422,826	417				
10	mar-12	392,218	477				
11	abr-12	430,835					
12	may-12	402,041					
13	jun-12	407,126					
14	jul-12	403,539					
15	ago-12	424,896					
16	sep-12	422,347					
17	oct-12	397,909					
18	nov-12	394,813					
19	dic-12	399,780					
20	ene-13	393,476					
21	feb-13	387,253					
22	mar-13	348,484					
23	abr-13	376,006					
24	may-13	368,804					

401,718

FACTURA DE:

- Energía Eléctrica Fotografía
- Gas Natural Fotografía
- GLP Fotografía
- CARBÓN Fotografía
- ACPM Fotografía
- Otro Fotografía

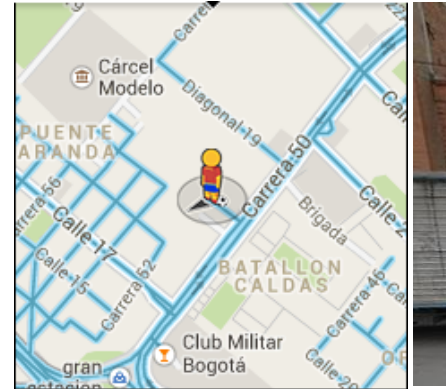
Menu

Guardar

Siguiete

ASPECTOS ARQUITECTÓNICOS

EDAD DEL EDIFICIO	20 Años
ÁREA DE LA CONSTRUCCIÓN	255 m ²
NUMERO DE PISOS	1
NUMERO DE SÓTANOS	0
ALTURA DE LA EDIFICACIÓN	7 m
DIMENSIONES DE LA EDIFICACIÓN	15*17 m
ORIENTACIÓN DE LA FACHADA PRINCIPAL	
GEOREFERENCIACIÓN	
PUERTAS DE ACCESO	
RELACIÓN MURO / VENTANA	
TIPO DE VIDRIO	Vidrio Templado
TIENE PELÍCULA, ENTINTADO O FILTRO	NO
MATERIALES DE LA FACHADA	Vidrio
TIPO DE MUROS	Bloque



CROQUIS DEL EDIFICIO

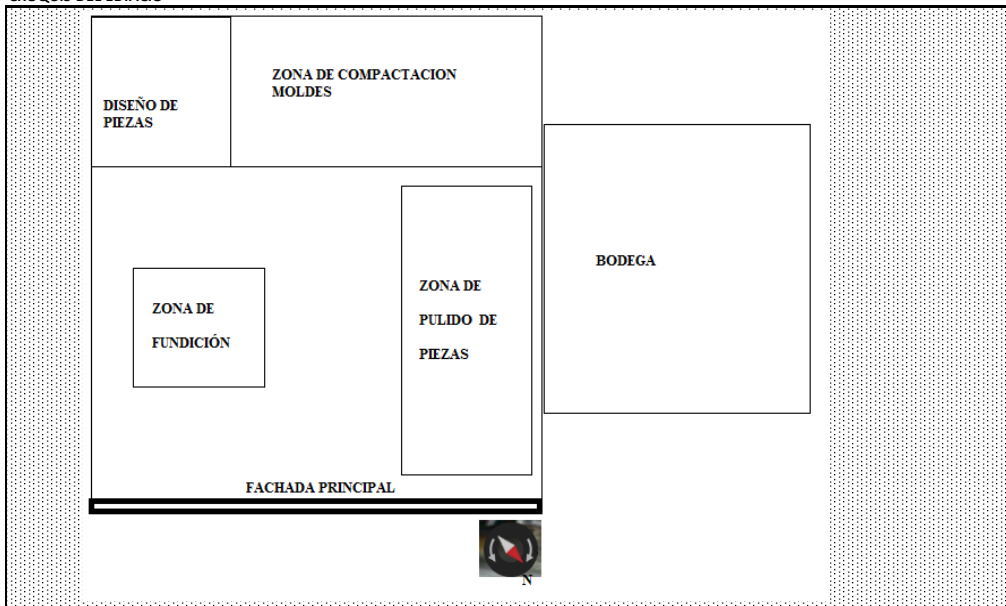


Tabla 15. Formatos de captura de caracterización eléctrica

Consumo Promedio día	847.09 kWh/día	
Consumo medido día	753.84 kWh/día	11.01% Error

INVENTARIO DE EQUIPOS ELÉCTRICOS DE LA INSTITUCIÓN 22615.152

USO FINAL DE ENERGÍA	EQUIPO	ÁREA O PROCESO	POTENCIA (HP)	POTENCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (KW)	TIEMPO DE OPERACIÓN (horas/día)	CONSUMO (kWh/día)	Medido/Estimado
Fuerza Motriz	COMPRESOR GENERAL	ZONA DE COMPACTACION	12		1	8.95	8	71.616	
Fuerza Motriz	MEZCLADORA DE TORNILLO	ZONA DE COMPACTACION	1		1	0.75	8	5.968	
Fuerza Motriz	MEZCLADORA DE RODELLO	ZONA DE COMPACTACION	1		1	0.75	8	5.968	
Fuerza Motriz	ZARANDA	ZONA DE COMPACTACION	1		1	0.75	8	5.968	
Fuerza Motriz	AMOLADORA	ZONA DE PULIDO DE PIEZAS	0.5		2	0.75	8	5.968	
Fuerza Motriz	PULIDORA	ZONA DE PULIDO DE PIEZAS	1		6	4.48	6	26.856	
Fuerza Motriz	MAQUINA DE PULIDO	ZONA DE PULIDO DE PIEZAS	15		1	11.19	8	89.52	
Calor Directo	MORNO DE INDUCCION MAGNETICA	ZONA DE FUNDICION		67746.8	1	67.75	8	541.9744	
						0.00	6	0	
						0.00	2	0	
						0.00	0	0	



Tabla 16. Opciones de eficiencia energética en equipos eléctricos del modelo

EQUIPO USO FINAL	OPCIÓN	DESCRIPCIÓN	EFECTO SOBRE EL PROCESO	ACCIÓN
MOTORES	MO1	Corrección de caída de tensión en los alimentadores.	Una tensión reducida en los terminales del motor, genera un incremento de la corriente, sobre calentamiento y disminución de su eficiencia. Las normas permiten una caída de tensión del 5%.	Para ellos utilizar conductores correctamente dimensionados.
MOTORES	MO2	Balance de la tensión de alimentación en los motores trifásicos de corriente alterna.	El desequilibrio entre fases no debe exceder en ningún caso del 5%, pero mientras menor sea el desbalance (< del 2%), los motores operarán con mayor eficiencia.	
MOTORES	MO3	Evitar el rebobinado de motores en más de dos oportunidades	No se recomienda rebobinar los motores más de 2 veces, porque puede variar las características de diseño del motor, lo cual incrementaría las pérdidas de energía (disminución de la eficiencia).	
MOTORES	MO4	Revisión y ajuste de conexiones en motores	Las conexiones inadecuadas de motores provocan recalentamiento y por ende pérdidas por calor en motores.	Ajustar las conexiones tanto de las terminales del motor como del arrancador, debe revisarse también el ajuste de conexiones de contactores, fusibles, interruptores, transformadores de arranque, terminales de control, capacitores, etc.
MOTORES	MO5	Lubricación adecuada de motores	Lubricar el motor adecuadamente, de acuerdo con las indicaciones del fabricante, revisando que los consumos de grasa no sean excesivos, ya que puede	

			denotar una falla en éste.	
MOTORES	MO6	Revisión y análisis de la temperatura de motores	Las altas temperaturas en motores ocasionan pérdidas por calor así como deterioro y reducción en la vida útil de equipos	Revisar la temperatura de operación del motor, de modo que no supere la máxima indicada en la placa.
MOTORES	MO7	Verificación de la relación entre los datos de placas de los motores y los valores medidos	La no correspondencia entre valores medidos y valores de placa, puede ser indicativo de mala operación, desbalanceo de voltaje, sobrecarga, baja carga, falla en el acoplamiento, etc.	Tomar lecturas de corriente y voltaje y verificar que coincidan con los datos de placa del motor. Estas lecturas deben realizarse por lo menos cada 3 meses.
MOTORES	MO8	Conservar la placa del motor en buen estado, legible, sin ralladuras o raspaduras, sin pintura -aunque sí se puede limpiar- y en su sitio original, pues informa las características de diseño del motor.	La ilegibilidad de la información suministrada en placas de los equipos puede resultar en inconvenientes para la determinación de condiciones óptimas de operación de equipos	Realizar mantenimiento y seguimiento al estado de la información suministrada en placas de los equipos
MOTORES	MO9	Revisión y verificación de buen estado de sistemas de refrigeración en motores	La obstrucción de las aletas de enfriamiento en motores pueden provocar el sobrecalentamiento de equipos	Revisar que las aletas de enfriamiento del motor, así como la entrada del aire de enfriamiento, no se encuentren obstruidas por polvo, lodos, desperdicios, etc.
MOTORES	MO10	Inspección visual periódica del adecuado funcionamiento eléctrico de motores	Los motores cuentan con piezas y componentes cuyo daño o deterioro pueden ocasionar pérdidas importantes y hasta daño de la máquina por incorrecta operación	Realizar inspección visual del motor para verificar que trabaje adecuadamente, que sus elementos no presenten daños prematuros, que sus conexiones de alimentación sean correctas, que esté adecuadamente conectado a tierra y que no muestre señales de calentamiento excesivo.
MOTORES	MO11	Disponibilidad mínima de repuestos de motor	Contar con un inventario mínimo de repuestos permite garantizar la reacción del equipo de mantenimiento en caso de ser requerida, evitando así la ocurrencia de fallos más graves en motores debidos a la desatención de una señal de daño	Tener disponible un inventario mínimo de repuestos y rodamientos de acuerdo con recomendaciones del fabricante.

MOTORES	MO13	Capacitación del personal para la realización de mantenimientos a motores	Contar con un equipo de personas capacitadas para la realización de mantenimientos a motores permitirá garantizar el adecuado funcionamiento de estos, siempre y cuando los mantenimientos preventivos y correctivos se realicen con las herramientas adecuadas y en los tiempos establecidos	Capacitar el personal técnico para dar el mantenimiento requerido a los motores con las herramientas adecuadas.
MOTORES	MO14	Control corrientes de arranque	Las corrientes de arranque en motores, normalmente superan de forma importante la corriente nominal de este. En procesos en los que el encendido y apagado de motores se presenta continuamente, así como cuando la operación directa de motores ocasione un consumo importante de energía, la implementación de estrategias para el control y reducción de las corrientes de arranque, se traducen en reducciones de consumo.	Controlar las corrientes de arranque de motores una vez se verifique su viabilidad técnica y económica en concordancia con el ciclo de trabajo y funcionalidad
MOTORES	MO15	Empleo del correcto ciclo de trabajo (continuo, periódico o intermitente)	El ciclo de trabajo de una máquina permite determinar si este se encuentra sobre o sub dimensionado	Evaluación del correcto dimensionamiento y funcionalidades de acuerdo al ciclo de trabajo al que se encuentra sometido
MOTORES	MO16	Mejora de la calidad de potencia de alimentación (mantener niveles de tensión, min desequilibrios de tensión, disminuyendo distorsión armónica)	Las variaciones en la alimentación de motores y demás equipos se traduce en el deterioro de estos y por ende en su inadecuado e ineficiente funcionamiento	Evaluar periódicamente el estado y funcionamiento del sistema de alimentación, llevando a cabo acciones de corrección en los casos que así sea requerido
MOTORES	MO17	Verificación del nivel de carga adecuado para las características nominales del motor	Verificar que la carga del motor sea como mínimo el 60% de la capacidad nominal de éste La reubicación de motores procurando aprovechar al máximo la eficiencia. El factor de carga óptimo para motores estándar se ubica en un rango del 65 al 85%, de tal manera que los motores que se encuentren más lejos de este rango son candidatos a ser aprovechados en otros puntos de aplicación, donde operen en	Reubicación de motores que permitan el aprovechamiento de la capacidad disponible

			mejor forma.	
MOTORES	MO18	Reducción de las pérdidas de transmisión (cadenas, por ejemplo)		
MOTORES	MO19	La norma NEMA MG1 HVF mayor a 3% la potencia debe disminuir se para evitar el calentamiento		
MOTORES	MO20	Disminución de la resistencia del devanado	El aumento de la resistencia del devanado en motores presenta un impacto en la eficiencia de este	Evaluar, de acuerdo a las funcionalidades específicas del motor, la posibilidad de minimización de cabezas de boninas o aumento del calibre de conductores en el devanado
MOTORES	MO21	Evitar sobrecarga del motor	Una sobrecarga produce mayor deslizamiento, mayor corriente, mayor temperatura y por ende mayor consumo de energía respecto a equipos operando en condiciones adecuadas	Verificar nivel de carga de motores, en caso de identificar sobrecarga se recomienda la consideración de reubicación de equipos en planta
MOTORES	MO22	Minimización de la variación en la alimentación	Un porcentaje de variación de los valores de placa en motores, implican reducción de la eficiencia	Verificación de las condiciones de operación indicadas en placa. Las variaciones respecto a la información de placas permiten cuantificar pérdidas:- Desbalance de tensión. Una variación del 2% genera pérdidas de hasta el 25% - Fluctuaciones de corriente y tensión. Una variación del 10% aumenta pérdidas en el cobre y en el hierro dependiendo sí se trata de huecos de tensión o sobretensiones.

MOTORES	MO23	Verificación de la cargabilidad de motores,		
MOTORES	MO24	Mejorar sus condiciones de alimentación eléctrica. Como son el desbalanceo de fases, las variaciones de voltaje, los sistemas sin tierra o mal aterrizados y el bajo factor de potencia.		Consideración de todos los aspectos relacionados con la Alimentación del sistema en mantenimientos correctivos
MOTORES	MO25	Emplear variadores de velocidad	La implementación de variadores de velocidad en la industria se recomiendan para los procesos de fabricación continua, bandas transportadoras, bombas y ventiladores, grúas, siempre y cuando la capacidad del motor, así como el ciclo de trabajo al que se somete lo justifique	Evaluar la viabilidad técnica y económica de la implementación de variadores en los diferentes procesos
MOTORES	MO26	Control de temperatura ambiente	Las condiciones ambientales influyen de forma importante en la operación de motores, por lo tanto la operación de motores en condiciones extremas de temperatura, vibración, presión, etc., deben ser tenidas en cuenta en la disposición de equipos en planta	Verificar la distribución de equipos en planta, de acuerdo a las condiciones ambientales presentadas
BOMBAS	EAB1	Verificación eficiencia de bombas		Medir la eficiencia de las bombas regularmente.
BOMBAS	EAB2	Operación de bombas de acuerdo a curvas de fabrica	La operación de bombas de acuerdo a condiciones de fabrica permite la determinación de las condiciones de máximo consumo, información útil para la determinación de un ciclo de uso adecuado	Verificar condiciones de funcionamiento dadas por el fabricante. Contar en la medida de lo posible con las curvas características. En ellas se encuentra descrito el comportamiento de las bombas y permiten conocer en flujo a partir de las presiones y el consumo eléctrico.
BOMBAS	EAB3	Operación en condiciones de carga adecuada	El empleo de una carga óptima de operación permite operar el sistema en un punto adecuado de eficiencia	Emplear la carga que garantice el funcionamiento de la bomba en el punto máximo de carga
BOMBAS	EAB4	Mantener calibrados los manómetros en la succión y descarga.		

BOMBAS	EAB5	Minimización ocurrencia de cavitación	Los problemas de cavitación conllevan a la reducción de la eficiencia en sistemas	Evitar en todo momento problemas de cavitación que puedan deteriorar los equipos y disminuirle la eficiencia.
BOMBAS	EAB6	Evaluación cambios de consumo	Un aumento súbito puede representar problemas de operación.	Realizar evaluaciones periódicas sobre el consumo energético de la red.
BOMBAS	EAB7	Revisión de fugas	Mantener en buen estado los sellos y rodamiento.	Evitar fugas tanto en la bomba como en las redes de tubería.
BOMBAS	EAB9	Empleo sistemas adecuados de regulación	Cuando los regímenes de operación de los sistemas de bombeo son variables, es más económico lograr dicha regulación variando la velocidad del motor que restringiendo el flujo mediante una válvula de paso.	Revisar la energía perdida en los elementos de regulación y estudiar la posibilidad de trabajar con variadores de velocidad en los motores
BOMBAS	EAB10	Reducción pérdidas de fricción		Revisar las velocidades de transporte y evitar trabajar con altas pérdidas de fricción
BOMBAS	EAB11	Automatización de procesos		Estudiar el control automático como alternativa al control manual.
BOMBAS	EAB12	Control de carga		Cuando los sistemas de bombeo operen a dos o mas niveles de carga se recomienda instalar sistemas en paralelo que permitan apagar y/o encender las bombas de acuerdo a la demanda.
BOMBAS	EAB13	Empleo sistemas adecuados de acople	Un acople directo permite reducir las pérdidas que se presentan al emplear sistemas de acople mecánicos	Si las condiciones del espacio lo permiten, emplear acoples directos en vez de acoples por bandas y poleas.
BOMBAS	EAB14	Empleo de impulsadores		Cuando se someta a baja carga de funcionamiento se puede usar un impulsador
HORNOS	EAH1	Implementación de paredes refractarias	Éstas son módulos porosos ubicados en los canales de combustión donde son calentados por los gases calientes. El calor contenido en los módulos es irradiado de nuevo sobre el horno o caldera. Empleando las paredes refractarias se pueden conseguir ahorros reales de entre el 2 y el 5 %, y al mismo	Instalación de paredes refractarias en canales de combustión

			tiempo se mejora el funcionamiento del horno o de la caldera.	
HORNOS	EAH2	Empleo de hornos en productos y procesos para los que fue diseñado	El empleo del horno en los procesos para los que fue diseñado, permite garantizar su funcionamiento en condiciones óptimas de operación que evitarán el deterioro del equipo, los consumos adicionales de energía y la reducción de la vida útil del equipo.	Verificación de la correspondencia entre el horno empleado y el proceso
HORNOS	EAH3	Selección de hornos por proceso térmico	Los procesos térmicos continuos presentan un consumo energético menor respecto a procesos térmicos por lotes, por lo tanto en los casos en los que el proceso térmico es obligatoriamente por lotes, se recomienda la implementación de hornos o equipos térmicos que alcancen fácilmente la temperatura de operación	Implementación de hornos de baja inercia, en procesos térmicos no continuos
HORNOS	EAH4	Operación a cargas adecuadas	La operación de hornos a cargas parciales implica un consumo mayor de energía para la obtención de un producto cuando este se obtiene como parte de un proceso a plena carga	Operación de hornos a plena carga de operación
HORNOS	EAH5	Reutilización de gases residuales (precalentamiento de gases de combustión)	De la misma manera que en otros procesos térmicos, la reutilización de los gases de escape generados, para el precalentamiento de gases de combustión genera ahorros de energía	Reutilización de gases de escape
HORNOS	EAH6	Reutilización de gases residuales (precalentamiento del producto)	El precalentamiento del producto permite la reducción de la energía demandada al interior del horno	Reutilización de gases de escape
HORNOS	EAH7	Reutilización de gases residuales (calentamiento de agua)	El gas restante de la reutilización descrita en los numerales anteriores, puede emplearse en el calentamiento de agua para limpieza de equipos o demás actividades identificadas en planta	Reutilización de gases de escape

COMPRESORES	EAC01	Mejora de la purificación del aire		Empleo de filtros o deshumificadores para la purificación del aire
COMPRESORES	EAC02		Control de compresor	El control de sistemas de compresión permite la correcta relación entre el suministro del compresor y la demanda de aire
COMPRESORES	EAC03	Empleo adecuado de compresores respecto a necesidades reales		Implementar sistemas de control de compresores, a partir del análisis del compresor o redes de compresores existentes, así como la demanda y las necesidades reales de sistemas de compresión (Controladores de flujo, por ejemplo)
COMPRESORES	EAC04		Carga correcta	Determinar necesidades reales del sistema de compresión en cada uno de los procesos en los que se emplea
COMPRESORES	EAC05		Evaluación de alternativas	Los requerimientos reales para los sistemas de compresión se describen en función de la cantidad, calidad y presión del fluido, lo que a su vez determina el consumo de energía de este
COMPRESORES	EAC06		Recuperación de calor	La operación de sistemas de compresión a cargas parciales es ineficiente, debido a ello ante la existencia de sistemas conformados por varios compresores operando en cargas parciales la implementación de un control secuencial permite la operación de dicho sistema de acuerdo a la demanda real.
COMPRESORES				Evaluación de carga en sistemas de compresión. Reubicación de estos en caso de ser posible, con el objetivo de permitir su operación a un nivel de carga adecuado. Evaluación de viabilidad técnica y económica de la implementación de control secuencial en redes de compresores
COMPRESORES				De acuerdo a las necesidades reales identificadas la consideración del reemplazo de sistemas de aire comprimido por sistemas alternativos con consumos de energía menores resultará en procesos más eficientes, siempre y cuando la funcionalidad en la que se piense hacer el reemplazo lo permita
COMPRESORES				Evaluación de la posibilidad de sustitución de compresores por sopladores, bombas de vacío o motores eléctricos
COMPRESORES				Más del 80% del consumo de potencia del compresor se convierte en calor, la mayor parte del cual se puede recuperar para producir agua o aire caliente.
COMPRESORES				Evaluar la posibilidad de aprovechamiento de calor residual producido por compresores

COMPRESORES	EAC07	Operación adecuada del sistema	La eficiencia energética global típica de un sistema de aire comprimido es solo de un 10%, su empleo en diferentes procesos debe estar fuertemente justificada desde el punto de vista de seguridad del personas o beneficios para el proceso. En caso de ser imprescindible debe ser operado en condiciones de máxima eficiencia	Operación del sistema de compresión a mínima presión y tiempo, posible
COMPRESORES	EAC08	Operación a presión correcta	La operación de sistemas de compresión a potencias superiores a la demandada generan una demanda artificial en las aplicaciones finales.	Cálculo de las necesidades reales de presión por parte de compresores. Modificación de presiones erróneas a los valores realmente requeridos.
COMPRESORES	EAC09	Condiciones adecuadas de alimentación	La temperatura de alimentación de los compresores debe ser lo más baja posible con el objetivo de gastar un mínimo de energía en el proceso de compresión	Control de la temperatura de aire de alimentación
COMPRESORES	EAC10	Funcionamiento adecuado de red de tuberías	Por cada 25 mbar de caída en la línea de succión el consumo se incrementará en alrededor de un 2 %, por lo tanto deben funcionar lo más rectas posibles y con el mínimo número de curvas	Verificación del estado adecuado de la red de tuberías del sistema de compresión
COMPRESORES	EAC11	Reducción de fugas	Las fugas en sistemas de compresión no solo corresponden a pérdidas, además producen fallos y deterioro en los equipos conectados a dicho sistema	Estimación y detección de fugas
COMPRESORES	EAC12	Empleo de reguladores	La operación de un sistema de compresión a plena potencia (sin regulador) implica un consumo de energía importante respecto a los sistemas que sí lo emplean	Implementación de reguladores en el sistema de distribución
COMPRESORES	EAC13	Aislamiento térmico de tuberías	El empleo de aislamientos en tuberías y equipos que hacen parte de la red de distribución de área, permite evitar las pérdidas de calor al ambiente.	Empleo de aislamientos térmicos en tuberías
COMPRESORES	EAC14	Reducción presión de salida		Reducir la presión de salida si es posible.


ILUMINACIÓN	IIL1	Aprovechamiento de iluminación natural	El empleo de fuentes naturales de luz permite reducir el uso de fuentes artificiales que dependiendo del tipo de tecnología que emplean pueden corresponder a un porcentaje importante de la energía eléctrica consumida	Usar más la luz natural. Abrir las cortinas y persianas para aprovechar al máximo la luz natural durante las operaciones diarias que así lo permitan.
ILUMINACIÓN	IIL2	Mantenimiento a lámparas y luminarias	La calidad del alumbrado disminuye si las lámparas y los accesorios no están limpios. Las capas de polvo sobre lámparas y reflectores disminuyen la salida de la luz, por lo que deben limpiarse por lo menos una vez al año. Las luminarias fluorescentes pierden su luminosidad a medida que disminuye su vida útil. Se deben reemplazar de conformidad con las especificaciones técnicas que proporciona el fabricante, para no desperdiciar energía. Las fluorescentes modernas, como las T8 y T5, mantienen una mejor luminosidad durante su vida útil.	Elaboración y ejecución de un plan de mantenimiento de lámparas y luminarias
ILUMINACIÓN	IIL3	Reemplazo de tecnologías en los balastos empleados	Todas las lámparas fluorescentes necesitan balastos para brindar el voltaje y la corriente adecuados. Los electrónicos operan a temperaturas más bajas y poseen mayor vida útil; de hecho, aumentan la eficiencia del conjunto entre 12% y 30%, eliminando también el parpadeo y el ruido.	Reemplazar los balastos magnéticos por electrónicos
ILUMINACIÓN	IIL4	Reducción de necesidades de iluminación	Con una selección apropiada de colores para paredes, cielorrasos y pisos, se pueden disminuir considerablemente las necesidades de iluminación.	Utilizar colores claros en paredes, cielorraso y pisos. Los colores claros reflejan más luz en los espacios interiores.
ILUMINACIÓN	IIL5	Automatización del sistema de iluminación	Para lograr un máximo aprovechamiento de la luz artificial, se pueden utilizar controles inteligentes que optimicen su uso, entre los cuales se encuentran los sensores de presencia o de luz natural, los atenuadores (dimmers), los temporizadores o la combinación de los	Instalar un sistema inteligente de control de alumbrado



			anteriores.	
ILUMINACIÓN	III6	Reducción de desperdicios de iluminación	Cuando se tienen áreas con horarios fijos bien establecidos se debe reducir al máximo las horas de uso de la iluminación artificial.	Apagar las luces que no se estén utilizando
ILUMINACIÓN	III7	Definición de necesidades reales de iluminación	Para ciertos trabajos se puede reducir la luz de fondo y trabajar con una que enfoque en el punto específico de trabajo, por ejemplo, en los escritorios de oficinas o en mesas de lectura.	Usar luces de tarea
ILUMINACIÓN	III8	Reemplazo de la tecnología de las fuentes de luz	La luz fluorescente resulta la más económica a mediano y largo plazo; casi todas las luces pueden ser sustituidas sin ningún cambio notable en las instalaciones existentes. Las lámparas fluorescentes compactas estándar no son atenuables, por lo que no pueden utilizarse con dimmers, aunque actualmente ya es factible adquirir modelos diseñados específicamente	Reemplazar las luces incandescentes por fluorescentes compactas
ILUMINACIÓN	III11	Independización y sectorización de circuitos de iluminación	La independización de los circuitos de iluminación ayudará a iluminar sólo los lugares que realmente se necesitan.	Independizar y sectorizar los circuitos de iluminación
ILUMINACIÓN	III12	Empleo de superficies reflectoras en luminarias	Las superficies reflectoras direccionan e incrementan la iluminación y posibilitan la reducción de lámparas en la luminaria.	Instalar luminarias con superficies reflectoras
ILUMINACIÓN	III13	Empleo de balastos electrónicos	porque permiten ahorrar energía hasta un 10% y corrigen el factor de potencia, así como incrementan la vida útil de las fluorescentes.	Reemplazo de balastos convencionales por balastos electrónicos
ILUMINACIÓN	III14	Empleo de fuentes de iluminación eficiente		Sustitución de bombillas de mercurio por bombillas de sodio de alta presión en áreas externas.


ILUMINACIÓN	IIL15	Mejoramiento de los sistemas de puestas a tierra y cables de neutro	Las corrientes armónicas que circulan por el neutro de los sistemas provocan diferencias de voltaje entre neutro y tierra que pueden dañar diversos equipos electrónicos. Las mallas de tierra son diseñadas para proporcionar un camino definido de regreso a la fuente de energía con impedancia suficientemente baja, sin embargo, a las corrientes armónicas esta impedancia crece y, por tanto aparecen problemas no previstos por el diseñador.	Ejecución de acciones de revisión del estado de sistemas de puesta a tierra y de neutro, así como acciones de corrección
TRANSFORMADORES	T1	Reducción de pérdidas de vacío		Desconecte siempre el transformador desde el primario, así se evitará el consumo de energía debido a las pérdidas en vacío
TRANSFORMADORES	T2	Reducción de pérdidas en el Cobre.		Procurar conocer la carga del transformador para no sobrecargarlo, y así reducir las pérdidas en el Cobre.
TRANSFORMADORES	T3	Empleo de carga adecuada en el transformador		Evitar operar el transformador a baja carga (< al 20%), si es posible redistribuir las cargas.
TRANSFORMADORES	T5	Mantenimiento de transformadores		Realizar una limpieza periódica del transformador: superficie del tanque, aletas disipadoras de calor, bornes, etc.
TRANSFORMADORES	T6	Mantener adecuada temperatura en el transformador		Medir con frecuencia la temperatura superficial del transformador, ella no debe ser superior a 55 °C, de ser así, debe revisarse el aceite dieléctrico.
TRANSFORMADORES	T8	Empleo de tipo de transformador adecuado		Para bajas cargas de trabajo seleccione transformadores de aceite. Para cargas de trabajo mayores seleccione transformadores secos.



CALIDAD DE ENERGÍA	CER1	Participación porcentual alta en la demanda de energía eléctrica a partir de la facturación		
CALIDAD DE ENERGÍA	CER2	Hornos eléctricos de inducción.		
CALIDAD DE ENERGÍA	CER3	Transformadores con baja cargabilidad.		
CALIDAD DE ENERGÍA	CER4	Una subutilización de la capacidad instalada en equipos electromecánicos, por una inadecuada planificación y operación en el sistema eléctrico de la industria.		
CALIDAD DE ENERGÍA	CER5	Reducción de condiciones para mala calidad de energía	El mal estado de instalaciones crea el escenario propicio para que se presenten condiciones de baja calidad de energía , traducida en baja eficiencia en instalaciones y deterioro de equipos dispositivos electrónicos instalados a esta.	Revisión y corrección del estado de instalaciones y equipos, haciendo énfasis en las condiciones nocivas para la calidad de energía
CALIDAD DE ENERGÍA	CER7	Corrección del factor de potencia		Mantener factor de potencia entre 0,7 y 1
CALIDAD DE ENERGÍA	CER8	Corrección de distorsión armónica		La distorsión armónica en corriente y tensión debe ser menor al 5%
CALIDAD DE ENERGÍA	CER9	Minimización operación de motores a baja carga o vacío	La operación de motores a baja carga a o en condición de vacío afectan negativamente el factor de potencia de una instalación, por lo tanto dicha condición debe reducirse	Verificación de operación de motores en porcentaje de carga adecuado
CALIDAD DE ENERGÍA	CER10	Operación de motores en valor de tensión nominal adecuado	La operación de motores por encima de su tensión nominal afecta negativamente el factor de potencia de instalaciones	



Tabla 17. Formatos de captura de caracterización térmica

Combustibles y combustión				
	Empresa:			
	Fecha:			
	Suministrados por:			
	Tipo de combustible			
	densidad			
	flash point			
	calor específico			
No	Parámetros	Unidad	Dato/Cálculo	
Análisis último				
1	Carbono	% P/P		
2	Hidrógeno	% P/P		
3	Oxígeno	% P/P		
4	Nitrógeno	% P/P		
5	Azufre	% P/P		
6	Agua	% P/P		
7	Cenizas	% P/P		
8	PCS	kcal/kg		
Cálculo de oxígeno para:				
9	Quema de carbono	kg/100kg de comb.	0	
10	Quema de hidrógeno	kg/100kg de comb.	0	
11	Quema de azufre	kg/100kg de comb.	0	
12	TOTAL OXÍGENO	kg/100kg de comb.	0	
13	Aire estequiométrico	kg/100kg de comb.	0	
14	% exceso de aire	%		
15	Cantidad de aire real	kg/100kg de comb.	0	
15	Tipo de almacenamiento			

FUNCIONAMIENTO DE LA CALDERA				HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS Y DE ANÁLISIS DE COMBUSTIBLE			
		Empresa:				Empresa:	
		Fecha:				Fecha:	
		Suministrados por:				Suministrados por:	
Tipo Piro tubular acuatubular empaquetada Lecho fluidiz Atmosferico Presurizado Atmosferico circulante Metodo de a Spreader Chain-grab Pulv. calor de desechno Fluido térmico Evaluacion d Eficiencia rata de evaporacion Balance de e Perdidas por humedad del combustible, del aire, inquemados, vapor en los gases de salida etc Eficiencia temperatura de entrada y salida, produccion de vapor, presión, consumo de combustible temperatura ambiente, de salida de los gases porcentaje de O2 o CO2 en los gases Solicitar certificado del ultimo mantenimiento condiciones antes de y despues de Purgas continuo rachas Tratamiento del agua de entrada control de sesales duras Tratamiento interno externo De-aeration (mechan Ion exchange) osmosis inversa Demineralization Reverse osmosis							
DATOS				RECOLECCIÓN DE DATOS			
	Tipo de combustible	Gas natural		#	Dato	Unidad	Valor
#	Análisis último	Unidad		1	Tipo de caldera		
1	Carbono	% p/p		2	Cantidad de vapor generado	TPH	
2	Hidrógeno	% p/p		3	Presión de vapor	kg/cm2	
3	Oxígeno	% p/p		4	Temperatura del vapor	°C	
4	Azufre	% p/p		5	Tipo de combustible utilizado		
5	Nitrógeno	% p/p		6	Cantidad de combustible utilizada	TPH	
6	Humedad	% p/p		7	PCB de combustible	kcal/kg	
7	Cenizas	% p/p		8	Temperatura del agua de alimentación	°C	
8	PCB	kcal/kg		9	Oxígeno en gases de chimenea	% v/v	
9	Oxígeno en gases de chimenea	% v/v		10	Temperatura de gases de chimenea	°C	
10	CO2 en gases de chimenea	% v/v		11	Temperatura ambiente	°C	
11	Temperatura de gases de chimenea	°C		12	Humedad del aire	kg/kg aire seco	
12	Temperatura ambiente	°C		13	Inquemados en cenizas	% p/p	
13	Humedad del aire	kg/kg aire seco		14	PCB de cenizas	kcal/kg	
14	Inquemados en cenizas	% p/p		ANÁLISIS DE COMBUSTIBLE			
15	PCB de cenizas	kcal/kg		1	Análisis último	Unidad	
16	Exceso de aire	%	0		Carbono	% p/p	
17	Aire teórico requerido	kg/kg comb.	0		Hidrógeno	% p/p	
18	Masa real de aire	kg/kg comb.	0		Oxígeno	% p/p	
	Pérdidas de energía debias a:				Azufre	% p/p	
19	Gas de chimenea seco	%	0		Nitrógeno	% p/p	
20	Evaporacion del agua formada por el H2 en combustible	%	0		Humedad	% p/p	
21	Evaporacion de humedad en comb.	%	0		Cenizas	% p/p	
22	Humedad del aire	%	0	2	Poder calorífico Bruto (PCB)	kcal/kg	
23	Inquemados en cenizas	%	0				
24	Total de pérdidas	%	0				
25	EFICIENCIA	%	100				

DISTRIBUCIÓN Y UTILIZACIÓN DEL VAPOR					Datos Generales	
	Empresa:				Presión inicial	
	Fecha:				presión final o mínima permitida	
	Suministrados por:				Tuberías tipo, calibre	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LAS TRAMPAS DE VAPOR					Puntos de drenaje	
Sección No.					Derivaciones	
Referencia de la trampa (No.)					Tamices	
Tipo de Trampa					Filtros	
Tamaño de trampa					Separadores	
Referencia de la localización (Dept./Bloque de planta)					Trampas de vapor	
Tipo de descarga (continua /semi-continua/intermitente)					Venteo de aire	
Capacidad de la trampa (kg condensado/h)					Recuperación de condensados	
AUDITORÍA A LAS TRAMPAS DE VAPOR					Aislamientos	
Sección No.					Tipo de aislantes	
Referencia de la trampa (No.)					Evaluación de trampas	
Tipo de Trampa					pérdidas de calor evaluación	
Tamaño de trampa					Planos de la distribución	
Presión de la trampa (kg/cm2)						
Localización de la trampa						
Aplicación de la trampa						
Estado funcional de la trampa						
Diagnóstico de la situación						
Estado de los accesorios de la trampa						
Observaciones						
PÉRDIDAS POR AISLAMIENTO						
No.	Localización	Referencia al equipo	Diámetro externo	Temperatura en la superficie	Espesor del aislante (si lo hay)	

RENDIMIENTO DE LA TURBINA A VAPOR DEL SISTEMA DE COGENERACIÓN				RENDIMIENTO DE LA TURBINA A GAS DEL SISTEMA DE COGENERACIÓN			
		Empresa:				Empresa:	
		Fecha:				Fecha:	
		Suministrados por:				Suministrados por:	
No	Parámetro	Unidades	Valor	No	Parámetro	Unidades	Valor
DATOS				DATOS			
1	Generación de potencia	kW		1	Generación de potencia	kW	
2	Generación de vapor	TPH		2	Demanda de combustible para la turbina a gas	kg/h	
3	Presión del vapor	kg/cm2 (m)		3	Poder calorífico Bruto del combustible	kcal/kg	
4	Temperatura del vapor	°C		4	HRSR (Generador a Vapor para Recuperación de Calor)		
5	Entalpía del vapor	kcal/kg			Vapor generado	kg/h	
6	Temperatura del agua de alimentación	°C			Entalpía del vapor	kcal/kg	
7	Entalpía del agua de alimentación	kcal/kg			Entalpía del agua de alimentación	kcal/kg	
8	Número de extracciones	UN			Flujo del gas de chimenea	kg/h	
9	Condiciones de la 1a. extracción				Calor específico del gas de chimenea	kcal/kg°C	
	Presión	kg/cm2 (m)			Temperatura de ingreso del gas de chimenea	°C	
	Temperatura	°C			Temperatura de salida del gas de chimenea	°C	
	Entalpía real	kcal/kg			Consumo de combustible auxiliar	kg/h	
	Entalpía teórica	kcal/kg			Poder calorífico Bruto del combustible auxiliar	kcal/kg	
10	Condiciones de la 2a. extracción			CÁLCULOS			
	Presión	kg/cm2 (m)		5	Eficiencia de la turbina de gas	%	0
	Temperatura	°C		6	Eficiencia HRSR	%	0
	Entalpía real	kcal/kg					
	Entalpía teórica	kcal/kg					
11	Condiciones de la condensación						
	Presión	kg/cm2 (m)					
	Temperatura	°C					
	Entalpía real	kcal/kg					
	Entalpía teórica	kcal/kg					
CÁLCULOS							
12	Eficiencia de la 1a. Etapa	%	0				
13	Eficiencia de la 2a. Etapa	%	0				
14	Eficiencia de la etapa de condensac.	%	0				
15	Tasa de calentamiento de la planta	kcal/kWh	0				

CUESTIONARIO PARA RECUPERACIÓN DE CALOR		MATRIZ DE DISPOSITIVOS DE RECUPERACIÓN DE CALOR RESIDUAL Y APLICACIONES																																											
																																													
Empresa:		Empresa:																																											
Fecha:		Fecha:																																											
Suministrados por:		Suministrados por:																																											
<p>1. ¿A partir de cuál de los siguientes equipos desea recuperar calor?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Horno • Gas de combustión • Secador • Horno de cocción • Secador de pintura <ul style="list-style-type: none"> • Horno de fusión • Caldera • Máquina de fundición • Cúpula • Aire de escape • Otra (especifique). 		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Dispositivo de recuperación de calor</th> <th>Rango de temperaturas</th> <th>Fuentes típicas</th> <th>Usos típicos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Recuperador de Radiación</td> <td>A</td> <td>Incinerador o escapes de calderas</td> <td>Precaentamiento del aire de combustión</td> </tr> <tr> <td>Recuperador convectivo</td> <td>M-A</td> <td>Hornos de remojo o recocidos, hornos de fusión, pos-quemadores, incineradores de gas, quemadores de tubo radiante, hornos de recalentamiento</td> <td>Precaentamiento del aire de combustión</td> </tr> <tr> <td>Regenerador de hornos</td> <td>A</td> <td>Hornos de fundición de vidrio y acero</td> <td>Precaentamiento del aire de combustión</td> </tr> <tr> <td>Rueda metálica de calor</td> <td>B-M</td> <td>Hornos de secado y curado, escape de calderas</td> <td>Precaentamiento del aire de combustión, precaentamiento del espacio</td> </tr> <tr> <td>Rueda cerámica de calor</td> <td>M-A</td> <td>Escape de calderas grandes o incineradores</td> <td>Precaentamiento del aire de combustión</td> </tr> <tr> <td>Regenerador de tubo con aletas</td> <td>B-M</td> <td>Escape de calderas</td> <td>Precaentamiento del agua de reposición de las calderas</td> </tr> <tr> <td>Regenerador de tubos y coraza</td> <td>B</td> <td>Condensados de refrigeración, vapor residual, condensados de destilación, refrigerantes de motores, compresores de aire, lubricantes y cojinetes</td> <td>Flujos de líquidos que requieren calentamiento</td> </tr> <tr> <td>Tuberías de calentamiento</td> <td>B-M</td> <td>Hornos de secado, curado y cocción, vapor residual, secadores de aire y hornos reverbero</td> <td>Precaentamiento del aire de combustión, precaentamiento del agua de reposición de las calderas, generación de vapor, agua caliente doméstica, calentamiento</td> </tr> <tr> <td>Caldera de calor residual</td> <td>M-A</td> <td>Escape de turbinas a gas, motores alternativos, incineradores y hornos.</td> <td>Generación de agua caliente de vapor</td> </tr> </tbody> </table>				Dispositivo de recuperación de calor	Rango de temperaturas	Fuentes típicas	Usos típicos	Recuperador de Radiación	A	Incinerador o escapes de calderas	Precaentamiento del aire de combustión	Recuperador convectivo	M-A	Hornos de remojo o recocidos, hornos de fusión, pos-quemadores, incineradores de gas, quemadores de tubo radiante, hornos de recalentamiento	Precaentamiento del aire de combustión	Regenerador de hornos	A	Hornos de fundición de vidrio y acero	Precaentamiento del aire de combustión	Rueda metálica de calor	B-M	Hornos de secado y curado, escape de calderas	Precaentamiento del aire de combustión, precaentamiento del espacio	Rueda cerámica de calor	M-A	Escape de calderas grandes o incineradores	Precaentamiento del aire de combustión	Regenerador de tubo con aletas	B-M	Escape de calderas	Precaentamiento del agua de reposición de las calderas	Regenerador de tubos y coraza	B	Condensados de refrigeración, vapor residual, condensados de destilación, refrigerantes de motores, compresores de aire, lubricantes y cojinetes	Flujos de líquidos que requieren calentamiento	Tuberías de calentamiento	B-M	Hornos de secado, curado y cocción, vapor residual, secadores de aire y hornos reverbero	Precaentamiento del aire de combustión, precaentamiento del agua de reposición de las calderas, generación de vapor, agua caliente doméstica, calentamiento	Caldera de calor residual	M-A	Escape de turbinas a gas, motores alternativos, incineradores y hornos.	Generación de agua caliente de vapor
Dispositivo de recuperación de calor	Rango de temperaturas	Fuentes típicas	Usos típicos																																										
Recuperador de Radiación	A	Incinerador o escapes de calderas	Precaentamiento del aire de combustión																																										
Recuperador convectivo	M-A	Hornos de remojo o recocidos, hornos de fusión, pos-quemadores, incineradores de gas, quemadores de tubo radiante, hornos de recalentamiento	Precaentamiento del aire de combustión																																										
Regenerador de hornos	A	Hornos de fundición de vidrio y acero	Precaentamiento del aire de combustión																																										
Rueda metálica de calor	B-M	Hornos de secado y curado, escape de calderas	Precaentamiento del aire de combustión, precaentamiento del espacio																																										
Rueda cerámica de calor	M-A	Escape de calderas grandes o incineradores	Precaentamiento del aire de combustión																																										
Regenerador de tubo con aletas	B-M	Escape de calderas	Precaentamiento del agua de reposición de las calderas																																										
Regenerador de tubos y coraza	B	Condensados de refrigeración, vapor residual, condensados de destilación, refrigerantes de motores, compresores de aire, lubricantes y cojinetes	Flujos de líquidos que requieren calentamiento																																										
Tuberías de calentamiento	B-M	Hornos de secado, curado y cocción, vapor residual, secadores de aire y hornos reverbero	Precaentamiento del aire de combustión, precaentamiento del agua de reposición de las calderas, generación de vapor, agua caliente doméstica, calentamiento																																										
Caldera de calor residual	M-A	Escape de turbinas a gas, motores alternativos, incineradores y hornos.	Generación de agua caliente de vapor																																										
<p>2. Flujos del lado caliente:</p> <p>a. ¿A qué temperatura sale el escape de este equipo?</p> <p>b. ¿Cuál es la cantidad de este escape?</p>																																													
<p>3. ¿Está limpio este gas de escape (gas natural, propano, fuel oil #2) o tiene</p> <p>Limpio: _____ Contaminado: _____</p> <p>El escape viene de: _____ El escape viene de y/o contiene:</p> <p>Aire _____ Fuel oil _____</p> <p>Gas natural _____ Carbón _____</p> <p>Propano _____ Azufre _____ %</p> <p>Fuel Oil _____ Cloruro _____ %</p> <p>Electricidad _____ Vapores de pintura _____ %</p> <p>Otros _____ Otros _____ %</p>																																													
<p>4. Flujos del lado frío:</p> <table border="1"> <tr> <td>Temperatura del fluido entrante</td> <td>°C</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Volumen del fluido entrante</td> <td>°C</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Temperatura deseada del fluido</td> <td>°C</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Energía a ser recuperada</td> <td>kJ/h</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Flujo disponible</td> <td>L/s</td> <td></td> </tr> </table>		Temperatura del fluido entrante	°C		Volumen del fluido entrante	°C		Temperatura deseada del fluido	°C		Energía a ser recuperada	kJ/h		Flujo disponible	L/s																														
Temperatura del fluido entrante	°C																																												
Volumen del fluido entrante	°C																																												
Temperatura deseada del fluido	°C																																												
Energía a ser recuperada	kJ/h																																												
Flujo disponible	L/s																																												
<p>5. Costo del fluido (COL\$/kg) _____</p> <p>6. Horas operativas _____</p>																																													

Pérdidas de energía				
i) Gas de chimenea				
Exceso de aire			0.0	%
Cantidad real de aire			0.00	kg aire/kg comb
Cantidad de gases de chimenea			1.00	kg gases/kg comb
Calor específico de gases de chimenea			0.228	kJ/(kg gas-°C)
Calor liberado en gases			0.0	kJ/kg comb
Porcentaje de Pérdida			#¡DIV/0!	%
ii) Humedad en combustible				
iii) Hidrógeno en combustible				
Calor de vaporización del agua			2257	kJ/kg agua
Cp agua			4.22	kJ/kg agua-°C
Cp vapor			1.9132	kJ/kg agua-°C
Calor liberado por H2 en combustible			0.00	kJ/kg comb
Porcentaje de pérdida			#¡DIV/0!	%
iv) Aberturas del horno				
Factor de radiación			0.71	
Radiación de cuerpo negro			4.18	kJ/kg-cm2-h
Área de abertura				cm2
Emisividad			0.8	
Calor liberado por aberturas			0.0	kJ/kg-h
Porcentaje de pérdida			#¡DIV/0!	%
v) Paredes del horno				
<i>Zona caliente:</i>				
Coeficiente de convección natural			0.00	W/m2-°C
Calor liberado por convección			0.0	kJ/h
<i>Zona complementaria:</i>				
Coeficiente de convección natural			0.0	W/m2-°C
Calor liberado por convección			0.0	kJ/h
Porcentaje de pérdida			#¡DIV/0!	%
vi) Humedad del aire				
Humedad absoluta del aire				kg agua/kg aire seco
Composición del agua en el aire			0.000	kg agua/kg totales
Calor liberado por humedad del aire			0.00	kJ/kg comb
Porcentaje de pérdida			#¡DIV/0!	%

Tabla 18. Medidas y acciones de eficiencia energética a equipos térmicos

OPCIÓN	DESCRIPCIÓN	EFFECTO SOBRE EL PROCESO	ACCIÓN																																				
H1	En el caso de hornos intermitentes evitar el enfriamiento excesivo entre operaciones.	En un horno con una pared refractaria de 350 mm de espesor, se disipa aprox. el 55% del calor, durante las 16 horas que permanece apagado.	Realizar una planeación adecuada de la operación. Es mejor operar un horno 8 horas diarias por tres días consecutivos que 24 horas cada tres días																																				
H2	Aislar adecuadamente las paredes del horno y las conducciones calientes.	Entre un 30 a 40% del combustible se usa para reponer las pérdidas por las paredes. En hornos intermitentes o donde se requiere calentamiento rápido han reducido el combustible o la potencia entre un 25- 45%, al usar recubrimientos cerámicos.	1. Moldeables y concretos																																				
			Las secciones monolíticas de revestimientos de los hornos pueden ser construidas fundiendo los concretos refractarios aislantes																																				
			Importantes propiedades físicas de refractarios aislantes																																				
			<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo</th> <th>Conductividad térmica a 400°C</th> <th>Temperatura máxima segura</th> <th>Resistencia a la compresión en frío (kg/cm²)</th> <th>Porcentaje de porosidad</th> <th>Densidad a granel (kg/m³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Diatomita grado sólido</td> <td>0.025</td> <td>1,000</td> <td>270</td> <td>52</td> <td>1,090</td> </tr> <tr> <td>Diatomita grado poroso</td> <td>0.014</td> <td>800</td> <td>110</td> <td>77</td> <td>540</td> </tr> <tr> <td>Arcilla</td> <td>0.03</td> <td>1,500</td> <td>260</td> <td>68</td> <td>560</td> </tr> <tr> <td>Alto en alúmina</td> <td>0.028</td> <td>1.500-1.600</td> <td>300</td> <td>66</td> <td>910</td> </tr> <tr> <td>Sílice</td> <td>0.04</td> <td>1,400</td> <td>400</td> <td>65</td> <td>830</td> </tr> </tbody> </table>	Tipo	Conductividad térmica a 400°C	Temperatura máxima segura	Resistencia a la compresión en frío (kg/cm ²)	Porcentaje de porosidad	Densidad a granel (kg/m ³)	Diatomita grado sólido	0.025	1,000	270	52	1,090	Diatomita grado poroso	0.014	800	110	77	540	Arcilla	0.03	1,500	260	68	560	Alto en alúmina	0.028	1.500-1.600	300	66	910	Sílice	0.04	1,400	400	65	830
			Tipo	Conductividad térmica a 400°C	Temperatura máxima segura	Resistencia a la compresión en frío (kg/cm ²)	Porcentaje de porosidad	Densidad a granel (kg/m ³)																															
			Diatomita grado sólido	0.025	1,000	270	52	1,090																															
			Diatomita grado poroso	0.014	800	110	77	540																															
			Arcilla	0.03	1,500	260	68	560																															
			Alto en alúmina	0.028	1.500-1.600	300	66	910																															
			Sílice	0.04	1,400	400	65	830																															
			2. Fibra cerámica																																				
			<table border="1"> <thead> <tr> <th>Propiedad</th> <th>Valor</th> <th>Comentario</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Baja conductividad térmica</td> <td>0,1 kCal/m•h (a 600°C de una manta de 128kg/m³ de densidad)</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> · Menos espesor hace el horno más espacioso · 40% más efectivo que ladrillo aislante de buena calidad · 2,5 veces mejor que los asbestos </td> </tr> <tr> <td>Baja densidad promedio</td> <td>96 kg/m³</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> · 10% de la densidad del ladrillo · 30% de la densidad de asbesto · Reduce soportes estructurales de hornos nuevos hasta en un 40% </td> </tr> </tbody> </table>	Propiedad	Valor	Comentario	Baja conductividad térmica	0,1 kCal/m•h (a 600°C de una manta de 128kg/m ³ de densidad)	<ul style="list-style-type: none"> · Menos espesor hace el horno más espacioso · 40% más efectivo que ladrillo aislante de buena calidad · 2,5 veces mejor que los asbestos 	Baja densidad promedio	96 kg/m ³	<ul style="list-style-type: none"> · 10% de la densidad del ladrillo · 30% de la densidad de asbesto · Reduce soportes estructurales de hornos nuevos hasta en un 40% 																											
Propiedad	Valor	Comentario																																					
Baja conductividad térmica	0,1 kCal/m•h (a 600°C de una manta de 128kg/m ³ de densidad)	<ul style="list-style-type: none"> · Menos espesor hace el horno más espacioso · 40% más efectivo que ladrillo aislante de buena calidad · 2,5 veces mejor que los asbestos 																																					
Baja densidad promedio	96 kg/m ³	<ul style="list-style-type: none"> · 10% de la densidad del ladrillo · 30% de la densidad de asbesto · Reduce soportes estructurales de hornos nuevos hasta en un 40% 																																					

OPCIÓN	DESCRIPCIÓN	EFECTO SOBRE EL PROCESO	ACCIÓN		
			Bajo almacenamiento de calor	2.700-4.050 kCal/m ² (comparado con 54.200-493.900kCal/m ² de revestimientos convencionales)	<ul style="list-style-type: none"> · Es debido a su baja densidad. · Permite que los hornos se calienten y enfrién más rápido.
			Resistencia a estrés térmico		<ul style="list-style-type: none"> · Es debido a su matriz resiliente. · Permite ciclos de enfriamiento-calentamiento más rápido, mejorando la disponibilidad y productividad del horno.
			Resistencia química		<ul style="list-style-type: none"> · Resiste la mayoría de ataques químicos, incluyendo el agua, hidrocarburos y vapor presentes en los gases de combustión.
			Resiliencia mecánica		<ul style="list-style-type: none"> · Permite fabricar los hornos <i>ex situ</i> y luego transportarlos para instalación
			Bajos costos de instalación		<ul style="list-style-type: none"> · La instalación no requiere habilidades especiales · No requiere tiempos de secado o curado. · No tienen riesgo de agrietamiento por el calentamiento después de la instalación
			Facilidad de mantenimiento		<ul style="list-style-type: none"> · La sección dañada puede ser removida y reemplazada rápidamente. · Secciones prefabricadas pueden ser instaladas rápidamente con tiempo mínimo de parada.
			Facilidad de manejo		<ul style="list-style-type: none"> · Se pueden cortar con tijeras o cuchillo
			Eficiencia térmica		<ul style="list-style-type: none"> · Por su baja conductividad requiere menos espesor y así hornos más pequeños. · La respuesta rápida a cambios de temperatura mejora el control y una distribución uniforme de temperatura.

OPCIÓN	DESCRIPCIÓN	EFECTO SOBRE EL PROCESO	ACCIÓN
			<p>3. Recubrimientos de alta emisividad</p> <ul style="list-style-type: none"> · Los recubrimientos de alta emisividad se aplican en la superficie interior de los hornos. · Los hornos sin este recubrimiento tienen emisividad de 0,3; al aplicarles el recubrimiento se aumenta a 0,8 y hacen que se mantenga más o menos constante. · Calentamiento uniforme · Se extiende la vida útil de refractarios y componentes metálicos como tubos radiantes.
H3	Precalear el aire de combustión con fuentes de calor de otros procesos o con los gases de escape del horno	Calentando el aire por encima de 500°C puede generar ahorros energéticos de un 30%	Con recuperadores externos o quemadores auto-recuperativos.
H4	Combustión completa con el mínimo de exceso de aire	Es la medida más económica para conservar mejor la energía	<p>Se logra:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Controlando la infiltración de aire • Manteniendo la presión del aire de combustión • Manteniendo la calidad del combustible • Monitoreando la cantidad de exceso de aire o el oxígeno de los gases de salida. • <i>Mucho aire: Enfría la llama y el horno</i> • <i>Poco aire: Genera muchos inquemados</i>
H5	Ingresar la materia prima al horno lo más seca posible	Una disminución en 1% en la humedad del producto que va entrar al horno, supone un ahorro de energía que puede variar del 3 al 20% de acuerdo al grado de humedad.	Mantener la materia prima en zonas aireadas y cubiertas para que entre lo más seca posible al horno.
H6	Vigilar las pérdidas en los hornos, haciendo el balance térmico correspondiente.		Establecer un programa de mantenimiento de la eficiencia del vapor, empezando por una auditoría y siguiendo las recomendaciones

OPCIÓN	DESCRIPCIÓN	EFEECTO SOBRE EL PROCESO	ACCIÓN
H7	Distribución de calor apropiada	Si es inadecuada, genera combustión incompleta y daños a refractarios	<ul style="list-style-type: none"> • Que la llama no se obstruya o toque algún objeto sólido porque esto genera inquemados ya que de desatomizan las partículas del combustible (si toca el material en proceso se aumentan las pérdidas por depósitos; si toca los refractarios, pueden reaccionar los inquemados con las paredes) • Si hay varios quemadores, que las llamas no se toquen entre sí porque generan inquemados. Localizarlos en lados opuestos. • Ubicar la llama con una cierta inclinación hacia arriba para que se desarrolle precisamente más separada del material en proceso (no colocarla paralela a este) pero que no toque el techo. • Los quemadores de menor capacidad generan una mejor distribución de calor y aumentan la vida útil del horno, mientras que quemadores largos generan llamas muy grandes que inclusive no se pueden retener dentro del horno. • En hornos pequeños que usan aceite para horno, llamas largas y amarillo-doradas mejoran la distribución de calor. Pero no muy larga porque se puede perder por la chimenea o las aberturas del horno.
H8	Operación a la temperatura óptima del horno	Temperaturas muy altas ocasionan pérdidas de calor, excesiva oxidación y estrés al refractario.	Se prefiere un control automático para evitar error humano.
H9	Reducir las pérdidas de calor por aperturas del horno	Se pueden reducir hasta un nivel óptimo de 1% respecto del calor generado en el horno	<p>Se pueden disminuir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Manteniéndolas lo más pequeñas posible. • Sellándolas • Abriendo las puertas menos frecuentemente por periodos de tiempo más cortos.
H10	Mantenimiento correcto del tiraje del horno	Pruebas realizadas en hornos aparentemente herméticos han mostrado infiltración de aire de hasta el 40%	Mantener una leve presión positiva al interior del horno: esto evita infiltración del aire exterior, pero no debe ser muy alta porque sino se genera el problema contrario, un escape hacia el exterior de llama, gases, etc. Ambas condiciones (más la infiltración) son adversas tanto para la eficiencia como para la calidad del material.

OPCIÓN	DESCRIPCIÓN	EFECTO SOBRE EL PROCESO	ACCIÓN								
H11	Utilización óptima de la capacidad mediante una cantidad de carga, arreglo de la carga y tiempo de residencia que sean óptimos	Si no se hace, acarrea en desperdicios de combustible y producto de baja calidad	<p>a) Carga óptima</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se obtiene registrando el peso del material en cada carga, el tiempo que toma alcanzar la T correcta y la cantidad de combustible usado. • Cargas pequeñas o muy grandes generan pérdidas de eficiencia y de calidad. <p>b) Arreglo óptimo Garantiza lo siguiente</p> <ul style="list-style-type: none"> • El material recibe la mayor cantidad de radiación de las paredes y de la llama. • Gases calientes tienen una circulación adecuada para calentar el material. • El material no se localiza de la siguientes forma: <ul style="list-style-type: none"> o Directamente hacia la llama o a un sitio donde pueda ser alcanzado por esta. o En un área donde pueda causar bloqueo de los gases de escape. o Cerca de una abertura donde se pueden generar puntos fríos. <p>c) Tiempo de residencia óptimo</p> <ul style="list-style-type: none"> • La carga puede ser mayor o menor que la óptima • El tiempo de residencia puede ser menor o mayor que el ideal. Alto T.R. incrementa la oxidación de la superficie del material. • La T se incrementa para compensar la disminución del T.R. <p>Las tres anteriores conllevan a desperdicio de combustible y baja calidad del producto.</p>								
H12	Recuperación de calor de los gases efluentes	Los gases de escape llevan entre un 35 a 55% del calor ingresado al horno.	<p>Es una medida a considerar SOLAMENTE después de concluir que no son posibles o prácticas otras medidas de conservación de energía para disminuir el calor de desecho.</p> <table border="1" data-bbox="740 1129 1396 1824"> <thead> <tr> <th data-bbox="740 1129 1154 1171">Medida</th> <th data-bbox="1154 1129 1396 1171">Comentario</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="740 1171 1154 1230">Precalentamiento de la carga</td> <td data-bbox="1154 1171 1396 1230">Disminuye el consumo de combustible</td> </tr> <tr> <td data-bbox="740 1230 1154 1654">Precalentamiento del aire de combustión</td> <td data-bbox="1154 1230 1396 1654"> <ul style="list-style-type: none"> • Antes se usaba solo en grandes equipos, pero ahora se ha empleado en más compactos. • Equipos: <ul style="list-style-type: none"> o Recuperador externo: Puede disminuir hasta en un 30% el consumo de combustible. o Quemadores auto-recuperativos </td> </tr> <tr> <td data-bbox="740 1654 1154 1824">Otros procesos</td> <td data-bbox="1154 1654 1396 1824"> <ul style="list-style-type: none"> • La T de los gases puede estar entre 400-600°C aun después de precalentar la carga o el aire de combustión. </td> </tr> </tbody> </table>	Medida	Comentario	Precalentamiento de la carga	Disminuye el consumo de combustible	Precalentamiento del aire de combustión	<ul style="list-style-type: none"> • Antes se usaba solo en grandes equipos, pero ahora se ha empleado en más compactos. • Equipos: <ul style="list-style-type: none"> o Recuperador externo: Puede disminuir hasta en un 30% el consumo de combustible. o Quemadores auto-recuperativos 	Otros procesos	<ul style="list-style-type: none"> • La T de los gases puede estar entre 400-600°C aun después de precalentar la carga o el aire de combustión.
Medida	Comentario										
Precalentamiento de la carga	Disminuye el consumo de combustible										
Precalentamiento del aire de combustión	<ul style="list-style-type: none"> • Antes se usaba solo en grandes equipos, pero ahora se ha empleado en más compactos. • Equipos: <ul style="list-style-type: none"> o Recuperador externo: Puede disminuir hasta en un 30% el consumo de combustible. o Quemadores auto-recuperativos 										
Otros procesos	<ul style="list-style-type: none"> • La T de los gases puede estar entre 400-600°C aun después de precalentar la carga o el aire de combustión. 										

OPCIÓN	DESCRIPCIÓN	EFEECTO SOBRE EL PROCESO	ACCIÓN
			<p>· Esto puede utilizarse en generación de vapor, calentamiento de agua u otros procesos en los que sea adecuado hacer el aprovechamiento.</p> <p>¡PRECAUCIONES!: I) Tener cuidado con gases provenientes de combustibles de aceite de alta densidad con alto contenido en azufre pues su temperatura no debe ser menor al punto de rocío de los gases corrosivos. II) Considerar que el aire se expande cuando es calentado, para el diseño de los equipos.</p>
H13	Uso de recubrimientos cerámicos (recubrimientos de alta emisividad)	Han ahorrado entre 8-20% de energía dependiendo del horno y las condiciones del proceso. En hornos intermitentes o donde se requiere un rápido calentamiento han reducido el combustible o la electricidad en un 25 a 45%	<ul style="list-style-type: none"> • Pueden ser de dos clases: <ul style="list-style-type: none"> o Los que se aplican sobre metales o Los que se aplican sobre refractarios • Son no tóxicos, no inflamables y basados en agua • Aplicados a T ambiente por medio de spray y se secan al aire en 5 minutos. • Han ahorrado entre 8-20% dependiendo del horno y las condiciones. • Tienen larga vida a temperaturas hasta de 1.350°C
H14	Selección de los refractarios correctos	Los refractarios tienen el objetivo de aumentar la el rendimiento del horno	<p>Consideraciones para la selección:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipo de horno • Tipo de carga • Presencia de escoria • Área de aplicación • Temperaturas de operación • El grado de abrasión e impacto • Carga estructural del horno • Estrés debido a gradientes de temperatura en la estructura y por cambios de temperatura • Compatibilidad química con el ambiente del horno. • Conservación del calor y del combustible • Costos

OPCIÓN	DESCRIPCIÓN	EFEECTO SOBRE EL PROCESO	ACCIÓN
--------	-------------	--------------------------	--------

OPCIÓN	DESCRIPCIÓN	EFFECTO SOBRE EL PROCESO	ACCIÓN																									
CO1	Pre calentamiento del aceite combustible	Calentar el combustible líquido disminuye su viscosidad para hacerlo más fácil de bombear	Puede hacerse de dos maneras: <ul style="list-style-type: none"> • Calentamiento a granel, donde se calienta todo el tanque por medio de serpentines. • En intercambiador de calor a medida que sale del tanque de almacenamiento por medio de calor o electricidad. 																									
CO2	Control de temperatura del aceite de combustión	Temperaturas muy altas del combustible precalentado malgastan energía y pueden carbonizar el combustible	Por medio de un control termostático en una región donde el combustible fluya libremente a la tubería de succión.																									
CO3	Tamaño adecuado del carbón acorde con el tipo de quemador	Ayuda a un quemado uniforme, reducir pérdidas por cenizas y mejora la eficiencia de la combustión	Se reduce por medio de trituración y pulverizado																									
			<table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Tipo de quemador</th> <th>Tamaño (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">1</td> <td>a) Tiro natural</td> <td>25 – 75</td> </tr> <tr> <td>b) Tiro forzado</td> <td>25 - 40</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">2</td> <td rowspan="2">Quemador esparcidor a) Rejilla de cadena</td> <td>i) Tiro Natural</td> <td>25 – 40</td> </tr> <tr> <td>ii) Tiro Forzado</td> <td>15 – 25</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">b) Fogonero esparcidor</td> <td></td> <td>15 – 25</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Quemador de carbón pulverizado</td> <td>75% menor a 0,075mm</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Caldera de lecho fluidizado</td> <td>< 10mm</td> </tr> </tbody> </table>	No.	Tipo de quemador	Tamaño (mm)	1	a) Tiro natural	25 – 75	b) Tiro forzado	25 - 40	2	Quemador esparcidor a) Rejilla de cadena	i) Tiro Natural	25 – 40	ii) Tiro Forzado	15 – 25	b) Fogonero esparcidor		15 – 25			3	Quemador de carbón pulverizado	75% menor a 0,075mm	4	Caldera de lecho fluidizado	< 10mm
			No.	Tipo de quemador	Tamaño (mm)																							
			1	a) Tiro natural	25 – 75																							
				b) Tiro forzado	25 - 40																							
2	Quemador esparcidor a) Rejilla de cadena	i) Tiro Natural	25 – 40																									
		ii) Tiro Forzado	15 – 25																									
	b) Fogonero esparcidor		15 – 25																									
3	Quemador de carbón pulverizado	75% menor a 0,075mm																										
4	Caldera de lecho fluidizado	< 10mm																										
CO4	Acondicionamiento del carbón (en casos excepcionales)	Disminuye el porcentaje de inquemados y el exceso de aire para la combustión en carbones con un alto contenido de finos	Adición de humedad uniformemente y preferiblemente en una corriente en movimiento o cascada de carbón																									
CO5	Mezcla de carbones de diferente calidad	Mezclar carbón grueso con fino para lograr una mezcla con no más del 25% de finos	Proveer una alimentación de carbón uniforme a la caldera																									
CO6	Controles para la combustión	Se optimiza la eficiencia de la caldera y mejoran la seguridad de la operación	Hay tres mecanismos principales de control: <ul style="list-style-type: none"> • Control On/Off: Todo o nada de flujo de combustible • Control Alto/Bajo/Off: Flujo alto, bajo y nada de combustible • Control de modulación: Flujo en cualquier valor del rango posible. 																									

OPCIÓN	DESCRIPCIÓN	EFEECTO SOBRE EL PROCESO	ACCIÓN			
C1	Control de la temperatura de los gases en la chimenea	La temperatura debe ser lo más baja posible. Por encima de 200°C hay una gran posibilidad de aprovechamiento. Por cada 22°C que se disminuya esta temperatura se incrementa la eficiencia en 1%	En el caso de combustibles con alto contenido de azufre, esta temperatura no debería bajar de 200°C.			
C2	Pre calentamiento del agua usando economizadores	Cada 6°C de incremento en la temperatura del agua, disminuye en 1% el consumo de combustible	Si se usa un combustible limpio, no hay problema con bajar la temperatura de los gases por debajo de 200°C. El ahorro potencial depende del tipo de caldera:			
			Tipo de caldera	T de gases de chimenea antes del economizador (al salir de la caldera)	T de gases de chimenea a la salida del economizador	Incremento eficiencia térmica
			Coraza de modelo viejo	260°C	200°C	3%
		Coraza con tres pasos a gas natural	140°C	65°C	5%	
C3	Pre calentamiento del aire de combustión	Por cada 20°C de aumento en la temperatura, disminuye 1% el consumo de combustible.				
C4	Minimización de la combustión incompleta	La combustión incompleta disminuye la eficiencia de la caldera por que genera menos calor	Combustión incompleta (gas)	Problemas en el quemador		
			Combustión incompleta (aceite)	Problemas en el quemador, viscosidad inapropiada, boquillas desgastadas, carbonización sobre las boquillas, deterioro de los difusores o platos giratorios		

OPCIÓN	DESCRIPCIÓN	EFEECTO SOBRE EL PROCESO	ACCIÓN		
			Combustión incompleta (carbón)	Por inquemados:	
				· De la grilla o en cenizas y corresponde al 2% del calor suministrado.	
				· Tamaño no uniforme (terrones no se queman completamente y los muy finos pueden bloquear el paso del aire).	
				· En sprinkler stokers (fogoneros rociadores) dependen de:	
				o Condición de la grilla	
				o Distribuidores de combustibles	
				o Regulación de la caja de viento de aire	
			o Sistemas de sobre-fuego		
C5	Control del exceso de aire	Una reducción de 5% del exceso del aire o de 1% en el oxígeno residual, incrementa la eficiencia en 1%	Valores típicos de niveles de exceso de aire para diferentes combustibles		
			Combustible	Tipo de horno o quemador	Exceso de aire (% por peso)
			Carbón pulverizado	Horno enfriado completamente por agua para remoción de escoria o cenizas secas	15-20%
				Horno enfriado parcialmente por agua para remoción de ceniza seca	15-40%
			Carbón	Fogonero rociador	30-60%
				Fogonero de parrilla vibrante enfriado por agua	30-60%
				Fogonero de parrilla móvil y parrilla de cadena	15-50%
				Fogonero de alimentación baja	20-50%
			Aceite combustible	Quemadores de aceite, tipo registro	15-20%
				Quemadores multicomcombustible y de llama plana	20-30%
Gas Natural	Quemador de alta presión	5-7%			
Madera	Horno holandés (10-23 por ciento a través de las rejillas) y tipo Hofft	20-25%			

OPCIÓN	DESCRIPCIÓN	EFECTO SOBRE EL PROCESO	ACCIÓN		
			Bagazo	Todos los hornos	25-35%
			Licor negro	Hornos de recuperación por tiro y procesos de soda	30-40%
C6	Evitar las pérdidas por radiación y convección	Pueden ser entre el 1,5 al 6% del poder calorífico bruto del combustible	Reparando o aumentando el aislamiento reduce las pérdidas de la caldera o tuberías		
C7	Control automático de las purgas	10% de purga en una caldera a 15kg/cm2 reduce la eficiencia en 3%	El control automático debe responder al pH y a la conductividad del agua		
C8	Reducción de pérdidas por incrustaciones y hollín	Altas temperaturas de salida de los gases de combustión ante el exceso de aire normal indican baja transferencia de calor debida a incrustaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Acumulación de hollín en el lado del gas: Colocar un termómetro en la base de la chimenea para monitorear la temperatura de los gases de combustión y hacer una limpieza de los depósitos de hollín cada vez que se incremente en 20°C la temperatura con respecto a la de una caldera nueva y limpia. • Acumulación de depósitos en el lado del agua: Se resuelve por limpieza del agua. <p>Hacer una limpieza 'fuera de línea' y periódicamente de los depósitos de las superficies radiantes de hornos, bancos de tubos de calderas, economizadores y calentadores de aire.</p>		
C9	Reducción de la presión del vapor en la caldera	Puede reducir el consumo de combustible entre 1 a máximo 2%	<ul style="list-style-type: none"> • Es posible cuando: <ul style="list-style-type: none"> o El proceso que tiene el más alto requerimiento de temperatura/presión no se lleva a cabo en forma permanente. o No se genera arrastre de agua en el vapor como consecuencia de que la 'carga de vapor' es mayor que la disminución en la potencia de la caldera. • Debe hacerse en etapas, disminuyendo no más del 20% de la presión cada vez. 		
C10	Variadores de velocidad en los ventiladores y bombas	Es mejor método de control de flujo que los dampers frecuentemente utilizados	Si la carga de la caldera es variable, se puede sustituir los dampers de estrangulación de aire los cuales no son muy precisos.		
C11	Control de las cargas de la caldera	La máxima eficiencia de la caldera sucede a aprox. 2/3 de su carga máxima. Si la carga decrece, también la eficiencia	Evitar en la medida de lo posible operar la caldera por debajo del 25%, pues disminuye considerablemente la eficiencia.		
C12	Programación apropiada de la caldera	La eficiencia óptima de la caldera sucede a aprox. 65 - 85% de su carga completa.	Operar pocas calderas a alta capacidad es mejor que muchas calderas a baja capacidad.		

OPCIÓN	DESCRIPCIÓN	EFEECTO SOBRE EL PROCESO	ACCIÓN
C13	Reemplazo de caldera	Los posibles ahorros dependen de el cálculo anticipado de la nueva eficiencia.	<ul style="list-style-type: none"> • Posible en casos de <ul style="list-style-type: none"> o Caldera vieja e ineficiente o No puede quemar un combustible sustituto más barato o Sobre o sub-dimensionada para los requerimientos actuales o No diseñada para las condiciones de carga ideales.

OPCIÓN	DESCRIPCIÓN	EFEECTO SOBRE EL PROCESO	ACCIÓN
D1	Manejo adecuado de las trampas de vapor	Reducen pérdidas de energía y potenciales daños a tuberías y accesorios	Consiste en: <ul style="list-style-type: none"> • Testeo • Rutinas de mantenimiento: Debe incluirse en estas la renovación y reemplazo de cualquier parte sospechosa, desde que sea efectivo en costos. • Reemplazo de las partes internas: La coraza de la trapa de vapor dura tanto como la planta, pero las partes internas se desgastan por lo que es mejor reemplazarlas, desde que se pueda confiar en los repuestos, se consigan fácil, se pueda hacer un procedimiento adecuado, etc. • El reemplazo de la trampa de vapor es a veces más práctico.
D2	Evitar fugas de vapor	Un hoyo de 3mm en una tubería de vapor de 7kg/cm2 desperdicia 33.000L de combustible al año	<ul style="list-style-type: none"> • Cualquier fuga de vapor debe repararse INMEDIATAMENTE. • Programar una vigilancia regular de las tuberías, bridas, válvulas y juntas en búsqueda de fugas.
D3	Suministrar vapor seco al proceso	La humedad disminuye la transferencia de calor y daña tuberías, equipos y accesorios.	<ul style="list-style-type: none"> • Solamente las calderas con supercalentador pueden entregar vapor saturado seco. Las demás lo entregan con un factor de secado del 95 - 98%. • Usar sistemas de drenaje y trampas de vapor. Instalar un separador en la principal o en las ramificaciones puede retirar las gotas suspendidas en la corriente de vapor. • Realizar un tratamiento adecuado al agua de la caldera.
D4	Utilizar el vapor a la menor presión aceptable para el proceso.	<i>Guía:</i> El vapor debería ser generado y distribuido a la mayor presión posible, pero utilizado a la menor presión posible	Hacer esto sin que se incremente el tiempo de operación ni mucho menos la cantidad de vapor demandada por el proceso.

OPCIÓN	DESCRIPCIÓN	EFECTO SOBRE EL PROCESO	ACCIÓN
D5	Utilización adecuada del vapor inyectado directamente al proceso	Este proceso es térmicamente muy eficiente en casos donde no hay problema con dilución de la fase fría.	Condiciones para que sea óptima esta medida: <ul style="list-style-type: none"> • Presión de inyección cerca de 0,5kg/cm² y siempre menor a 1kg/cm² para garantizar que el vapor se condense antes de salir de la superficie. • Utilizar un tubo aspersor o un inyector de vapor especialmente fabricado, que es el instrumento más eficiente • Usar control termostático del vapor admitido
D6	Minimizar las barreras a la transferencia de calor (gotas de agua, aire y gases no condensables presentes en el vapor del proceso)	Disminuyen la transferencia de calor y la eficiencia de la caldera	Medidas: Lado de vapor: <ul style="list-style-type: none"> • Limpieza regular de las superficies, si es posible. • Operación correcta de la caldera. • Remoción de gotas de agua que llevan impurezas disueltas de la caldera. Lado del fluido de proceso: <ul style="list-style-type: none"> • La agitación del producto reduce los pegotes. • La limpieza de las superficies reduce los depósitos.
D7	Adecuado venteo de aire	Una película de aire de 0,025mm tiene la misma resistencia a la transferencia de calor que una pared de cobre de 400mm de espesor.	Consideraciones y sitios adecuados para colocar venteos de aire automáticos: <ul style="list-style-type: none"> • Por encima del nivel de condensado para que salga solo la mezcla de vapor/aire • Al final de un tubo principal de vapor. • La descarga de un venteo debe ser canalizada hacia un lugar seguro: en la práctica, una línea de condensado que cae hacia un receptor con ventilación puede recibir la descarga de un venteo de aire. • En paralelo con trampas para vapor de balde invertido o termodinámicas ya que son lentas para ventear. • En espacios difíciles (como el lado opuesto de un tanque enchaquetado) • En espacios grandes de vapor (ej. Autoclave) y donde la mezcla de vapor/aire podría afectar el proceso.
D8	Minimizar golpe de ariete	Puede ocasionar daños graves en tuberías y accesorios	Prácticas para reducirlo: <ul style="list-style-type: none"> • Instalar tuberías con inclinación en la misma dirección del flujo, y drenajes cada cierto intervalo y en los puntos más bajos. • Instalar válvulas de cheque después de las trampas de vapor, para impedir que el condensado se retorne a las líneas de vapor o equipos. • Abrir las 'válvulas aislantes' lentamente para que cualquier condensado remanente sea dirigido hacia los drenajes y no sea acarreado por vapor de alta velocidad.

OPCIÓN	DESCRIPCIÓN	EFECTO SOBRE EL PROCESO	ACCIÓN				
D9	Aislar ductos y equipos	<p>Disminuye las pérdidas de energía (que pueden ser hasta del 6%) y el consumo de combustible y por lo tanto:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reduce el consumo de combustible • Mejora el control de proceso al mantener temperaturas de proceso a un nivel constante. • Previene la corrosión manteniendo expuesta la superficie de sistemas refrigerados por encima del punto de rocío. • Protege los equipos contra incendios. • Absorbe la vibración. • Protege al personal del calor de superficies calientes y de radiación así como de ruido. 	<ul style="list-style-type: none"> • Criterios de selección del aislante: <ul style="list-style-type: none"> o Temperatura de operación del sistema o Tipo de combustible quemado. o Resistencia de los materiales a calentar, clima y condiciones adversas. o Conductividad térmica del material o Difusividad térmica del material o Habilidad térmica del material para soportar varias condiciones, como choque térmico, vibración y ataque químico. o Resistencia del material a las llamas/fuego. o Permeabilidad del material. o Costo total, incluyendo compra del material, instalación y mantenimiento. • Materiales adecuados de aislamiento de sistemas de vapor: corcho, lana de vidrio, lana de roca y asbestos. • Los flanges deben aislarse porque de lo contrario equivalen a un tramo de 60cm de tubería sin aislar. Para estos se usan cubiertas aislantes extraíbles, que se pueden retirar para realizar las inspecciones de rutina. 				
			Materi al aislant e	Adecuad o para temperat uras:	Principalmente usado para aislar:	Ventajas	Desventajas
			Lana de roca (fibra minera l)	Hasta de 820°C	Hornos industriales, intercambiadore s de calor, secadores, calderas y tuberías de alta temperatura	Tiene un amplio rango de densidad y está disponible en muchas formas	
			Fibra de vidrio	Hasta de 540°C	Hornos industriales, Intercambiadore s de calor, secadores, calderas y tuberías	No se desintegra con el paso del tiempo	Ligeramente alcalino (pH 9). Debería protegerse contra contaminació n externa para evitar la aceleración de la corrosión del acero.
			Silicato de calcio	Hasta de 1.050°C	Paredes de hornos, cámaras de combustión, refractario back- up, líneas de chimenea y calderas	Estructura celular de aire pequeñas; baja conductivid ad térmica	

OPCIÓN	DESCRIPCIÓN	EFEECTO SOBRE EL PROCESO	ACCIÓN			
						y mantiene su tamaño y forma en su rango de temperatura de uso. Es ligero, pero tiene buena fuerza estructural por lo que puede resistir la abrasión mecánica. No se quema ni descompone. Resistente a la humedad. No se corroe
			Fibra cerámica	Hasta de 1.430°C	Hornos, cámaras de combustión, tазones de alimentación de vidrio, reparación de hornos, serpentín de inducción, juntas de alta temperatura y materiales de envase	Adecuado para muchas aplicaciones debido a su gran variedad de formas.
D10	Mejorar recuperación de condensados	La energía del condensado puede ser entre un 18 a un 30% del vapor por lo que disminuye el consumo de combustible	<p>No hay un conjunto de prácticas aconsejables porque esto depende de factores específicos como:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Presión de la línea de condensados. • Tipo de trampas utilizadas. • Presión de trabajo. • Localización de la línea principal de condensados en relación a la planta. • La cantidad de condensado • La condición del condensado (si es predominantemente líquido o vapor flash) <p>Pero, los objetivos son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Que no se acumule el condensado en la planta • Que no se acumule condensado en el tubo madre. 			
D11	Recuperación del vapor flash	Hasta un 20% del condensado que sale de las trampas puede	Puede aprovecharse en el calentamiento de aire o del agua de alimentación de la caldera			

OPCIÓN	DESCRIPCIÓN	EFEECTO SOBRE EL PROCESO	ACCIÓN
		convertirse en vapor que se puede reutilizar	
D12	Usar termo compresores	Es una de las formas más adecuadas de aprovechar el calor contenido en el vapor de baja presión, en vez de condensarlo y usarlo como agua caliente.	Se recomprime el vapor de baja presión mezclándolo con vapor de alta presión en una boquilla para obtener vapor de media presión.
D13	Reutilizar el calor de las purgas de la caldera	Esquemas modernos aplicables a cualquier caldera permiten recuperar hasta el 80% del calor contenido en las purgas.	Utilizar el condensado extraído y el vapor flash en procesos térmicos

OPCIÓN	DESCRIPCIÓN	EFEECTO SOBRE EL PROCESO	ACCIÓN
Turbina de vapor			
Cg1	Mantener la presión del condensador lo más próxima al valor óptimo	Una pequeña desviación del óptimo puede producir cambios significantes en la eficiencia	Esto se logra controlando: <ul style="list-style-type: none"> • Temperatura de ingreso del agua de enfriamiento • Flujo del agua de enfriamiento • Evitar depósitos en los tubos del condensador • Evitar infiltraciones de aire al condensador
Cg2	Mantener la presión y temperatura del vapor lo más cerca al óptimo	Si varían las condiciones del vapor, la turbina podría no operar al máximo de eficiencia.	Las variaciones en P y T del vapor pueden deberse a: <ul style="list-style-type: none"> • Errores en el diseño de la planta (incluyendo dimensionamiento) • Operación incorrecta de la planta • Suciedad al interior de la caldera.
Cg3	Operación parcial y encendido-apagado de la planta	La eficiencia de la unidad generadora se mantiene intacta en estas condiciones, no así la de la unidad térmica	Tener presentes las medidas anteriores para garantizar una alta eficiencia en la unidad generadora bajo cualquier condición, y hacer un estudio de mercado para soportar la disminución de eficiencia térmica.
Turbina de gas			
Cg4	Mantener las condiciones de temperatura y presión del gas al ingreso de la turbina lo más constantes posible	La turbina opera a una menor eficiencia frente a desviaciones de las condiciones óptimas del gas	Variaciones en P y T del gas pueden deberse a: <ul style="list-style-type: none"> • Errores en el diseño de la planta (incluyendo dimensionamiento) • Operación incorrecta de la planta
Cg5	Operación parcial y encendido y apagado	La eficiencia de la unidad generadora se mantiene intacta en estas condiciones, no así la de la unidad térmica	Tener presentes las medidas anteriores para garantizar una alta eficiencia en la unidad generadora bajo cualquier condición, y hacer un estudio de mercado para soportar la disminución de eficiencia térmica
Cg6	La temperatura del gas caliente saliendo de los combustores	Un aumento de temperatura generalmente resulta	

OPCIÓN	DESCRIPCIÓN	EFFECTO SOBRE EL PROCESO	ACCIÓN
		en un aumento de la potencia de salida	
Cg7	Temperatura de los gases de escape de la planta	Reducir esta temperatura generalmente aumenta la salida de potencia	
Cg8	Flujo de masa a través de la turbina	En general, entre más alto el flujo de masa más potencia generada	
Cg9	La caída de presión a través del silenciador, los ductos y la chimenea de los gases de escape	Una disminución en las pérdidas de presión incrementa la potencia de salida	
Cg10	Incrementos en la presión del aire entrando o saliendo del compresor	Incrementos en la presión aumentan la generación de potencia.	

Fuente: 2014. CORPOEMA

3. DEFINICIÓN DE LAS INDUSTRIAS NACIONALES CIU 19 A 31

3.1 DESCRIPCIÓN Y PROCESOS EN LAS INDUSTRIAS

Para referenciar las actividades evaluadas en el estudio, a continuación se hace una breve descripción de las mismas de acuerdo a lo establecido en la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de las diferentes actividades económicas. (CIU), cuyo objetivo primario es proporcionar un conjunto de categorías de actividades que puedan utilizarse para la recopilación y presentación de informes estadísticos de acuerdo con esas actividades, sin perder de vista el objetivo de establecer un estándar internacional que permita la comparabilidad y la armonización de la información estadística en los diferentes ámbitos.

En los términos de referencia los códigos de las secciones están definidos de acuerdo al “CÓDIGO INDUSTRIAL INTERNACIONAL UNIFORME – REVISIÓN 3”, tomados de (<http://quimbaya.banrep.gov.co/servicios/saf/BRCodigosCIU.html>), que corresponde a la versión CIU 3.1 revisada para Colombia.

En 2009, la Comisión de Estadística de Naciones Unidas vio la pertinencia de generar y presentar a la comunidad estadística una nueva revisión de la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas (CIU Rev. 4), en donde se incluyen todas aquellas actividades que no se habían definido en las versiones anteriores y que revisten importancia en la actualidad, especialmente las relacionadas con las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), actividades financieras, profesionales y de apoyo a las empresas; además de la reorganización de actividades en todos los sectores económicos.

Cada país tiene, por lo general, una clasificación industrial propia, en la forma más adecuada para responder a sus circunstancias individuales y al grado de desarrollo de su economía.

Para el caso colombiano, por recomendaciones internacionales de la Comisión de Estadística de Naciones Unidas, el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), consolida un Sistema de Nomenclaturas y Clasificaciones actualizado, que presenta en el desarrollo del proceso de adaptación para Colombia de la CIU Rev. 4 presentada en diciembre de 2012.

La CIU Rev. 4 A.C. refleja en su estructura y base conceptual la realidad económica colombiana, partiendo de la versión oficial entregada por Naciones Unidas a la comunidad estadística internacional en el año 2009. La Clasificación presenta modificaciones sustanciales en su estructura general y detallada, mediante la generación de nuevas categorías como: «Gestión de desechos y actividades de saneamiento ambiental» (sección E), «Instalación, mantenimiento y reparación especializado de maquinaria y equipo» (división 33), mayor relevancia en el nivel jerárquico y reclasificación de las «Actividades

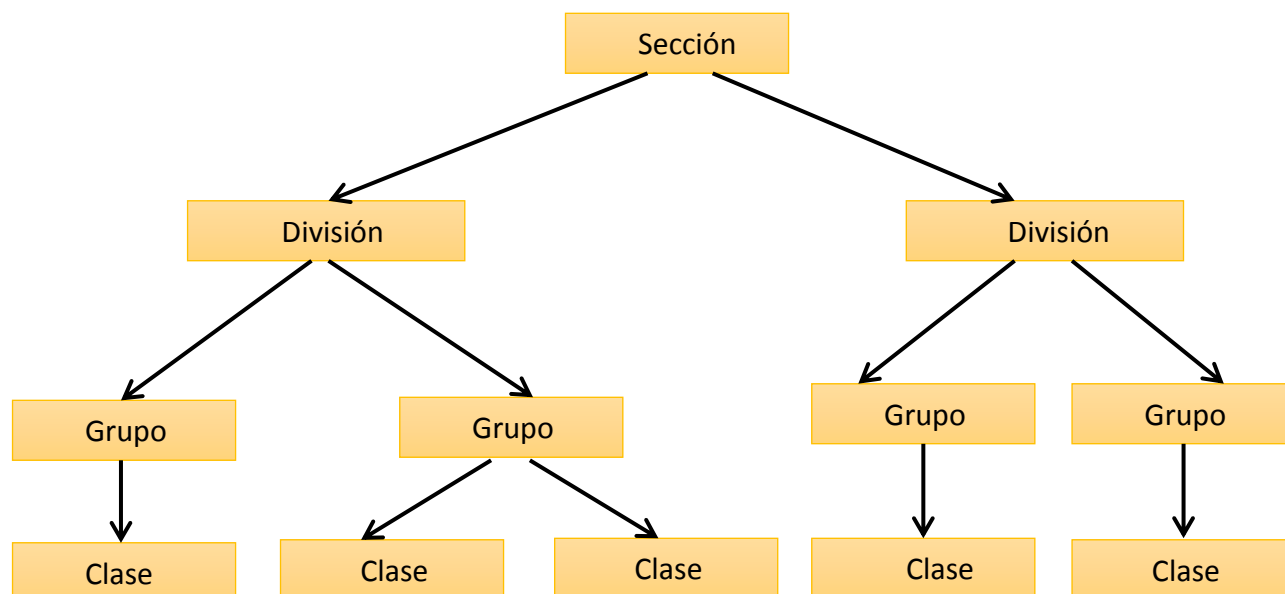
de edición» (sección J, división 58); de igual manera se reorganizaron las actividades incluidas en las categorías residuales.

Por lo anterior en la descripción de los CIIU se acude a las tablas de equivalencia que el DANE para facilitar la actualización y mantener la vigencia de estudios previos, anexa en el documento mencionado, las tablas de correspondencia se listan a continuación.

- CIIU Rev. 3.1 A.C. vs. CIIU Rev. 4 A.C.
- CIIU Rev. 3.1 A.C. vs. CIIU Rev. 4 Internacional.
- CIIU Rev. 4 A.C. vs. CIIU Rev. 4 Internacional.
- CIIU Rev. 4 Internacional vs. CIIU Rev. 4 A.C. vs. CIIU Rev. 3 A.C.
- CIIU Rev. 3 A.C. vs. CIIU Rev. 4 A.C.

La estructura general de la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas adaptada para Colombia Versión 4 conserva la estructura de la CIIU Rev. 3.1 A.C. y de la CIIU Rev. 4 Internacional, en el sentido de que presenta el mismo sistema de notación alfanumérico (nomenclatura) organizado jerárquicamente en cuatro niveles de clasificación integrados entre sí: Secciones, Divisiones, Grupos y Clases.

Figura 1. Estructura jerárquica de la CIIU Rev. 4 A.C.



Fuente: (DANE, 2012).

3.1.1 División 19: Coquización, fabricación de productos de la refinación del petróleo y actividad de mezcla de combustibles

Esta división comprende los procesos de coquización del carbón en bruto como también el fraccionamiento del petróleo crudo para ser transformados en productos utilizables. El proceso principal es la refinación del petróleo, que entraña la separación del petróleo crudo en los distintos productos que lo componen mediante técnicas tales como la destilación. La división comprende también la elaboración por cuenta propia de productos característicos (por ejemplo, coque, gasolina, queroseno, fuel-oil, etc.). Además los servicios de elaboración (por ejemplo, refinación por encargo). También incluye la obtención de gases como el etanol, el propano y el butano como productos de las refinarias de petróleo y la actividad de mezcla de combustibles.

Tabla 19. Estructura del CIU 19

DIVISIÓN		Clase
19. COQUIZACIÓN, FABRICACIÓN DE PRODUCTOS DE LA REFINACIÓN DEL PETRÓLEO Y ACTIVIDAD DE MEZCLA DE COMBUSTIBLES	191 Fabricación de productos de hornos de coque	1910 Fabricación de productos de hornos de coque
	192 Fabricación de productos de la refinación de Petróleo	1921 Fabricación de productos de la refinación del petróleo
		1922 Actividad de mezcla de combustibles

Fuente: 2014. DANE

Figura 2. Diagrama de proceso del CIU191. Fabricación de productos de hornos de coque

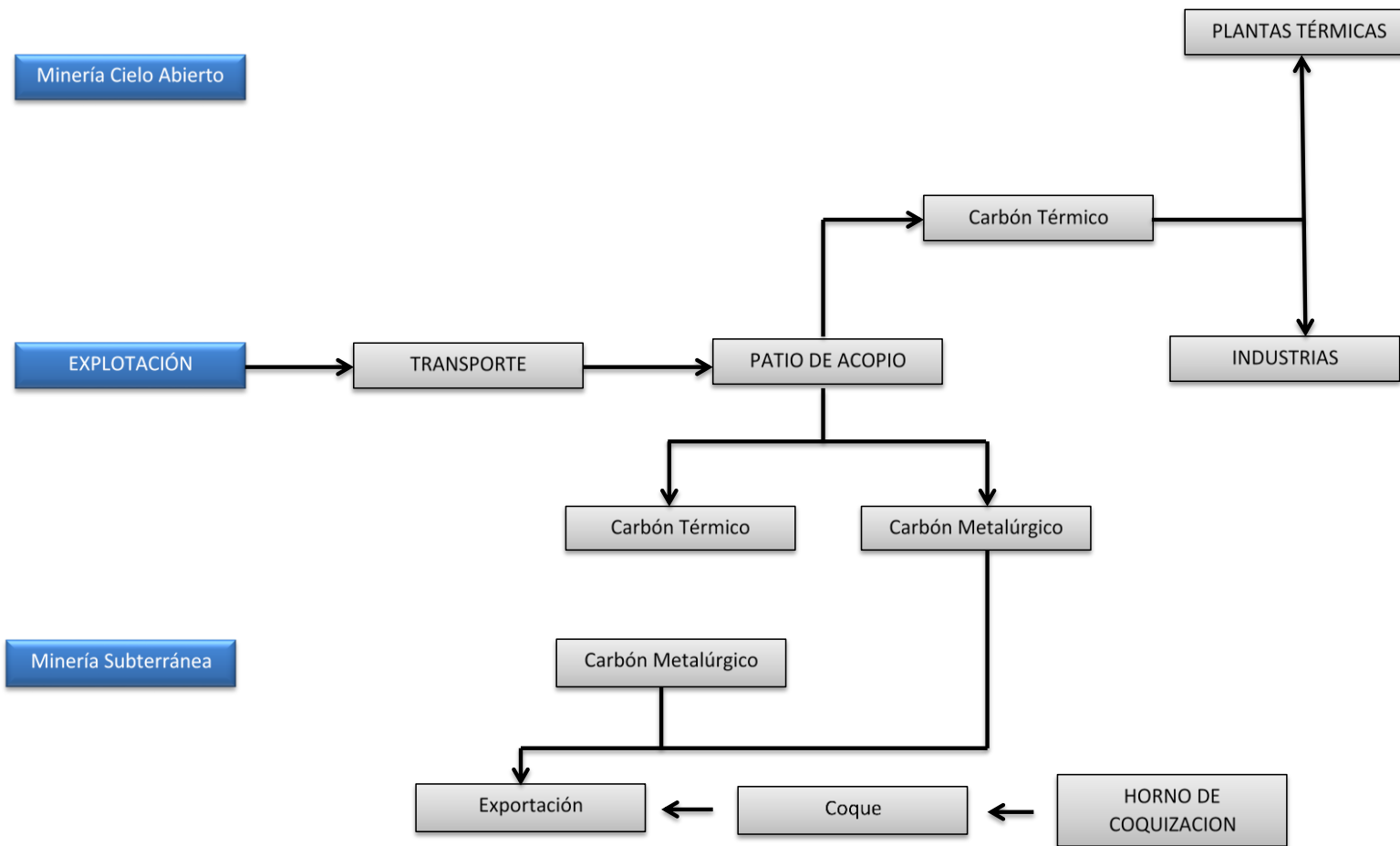
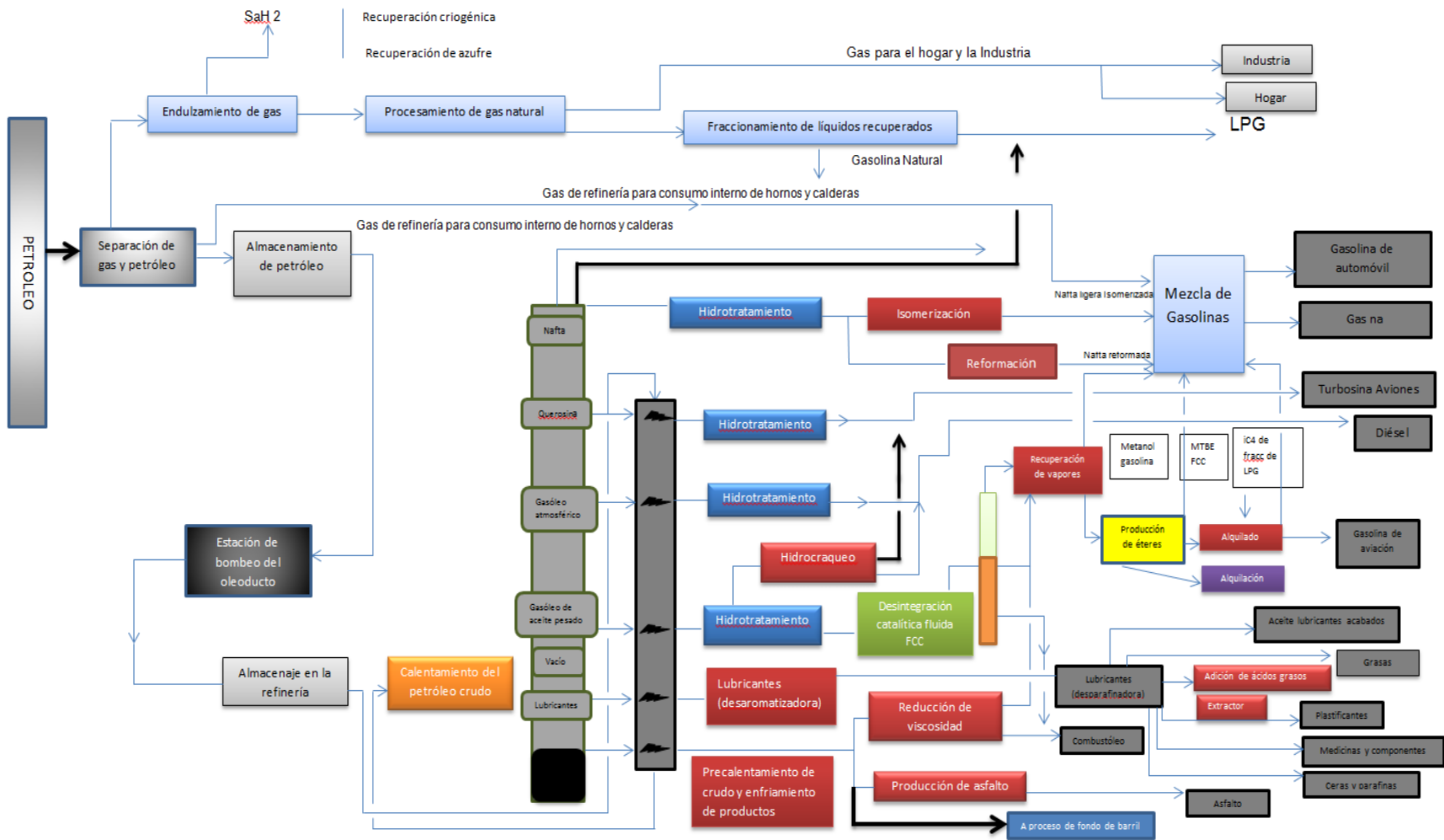


Figura 3. Diagrama de proceso del CIU 192. Fabricación de productos de la refinación del petróleo



3.1.2 División 20: Fabricación de sustancias y productos químicos

Esta división comprende la transformación de materias primas orgánicas e inorgánicas mediante un proceso químico y la transformación de productos. Se distingue entre la producción de sustancias químicas básicas, que constituye el primer grupo de actividades industriales, y la producción de productos intermedios y finales mediante la elaboración posterior de sustancias químicas básicas, que constituye el resto de las clases de actividades.

Tabla 20. Estructura del CIU 20

DIVISIÓN		Clase
20 FABRICACIÓN DE SUSTANCIAS Y PRODUCTOS QUÍMICOS	201 Fabricación de sustancias químicas básicas, abonos y compuestos inorgánicos nitrogenados, plásticos y caucho sintético en formas primarias	2011 Fabricación de sustancias y productos químicos básicos
		2012 Fabricación de abonos y compuestos inorgánicos nitrogenados
		2013 Fabricación de plásticos en formas primas
		2014 Fabricación de caucho sintético en formas primas
	202 Fabricación de otros productos químicos	2021 Fabricación de plaguicidas y otros productos químicos de uso agropecuario
		2022 Fabricación de pinturas, barnices y revestimientos similares, tintas para impresión y masillas
		2023 Fabricación de jabones y detergentes, preparados Para limpiar y pulir; perfumes y preparados de tocador
		2029 Fabricación de otros productos químicos n.c.p.
	203 Fabricación de fibras sintéticas y artificiales	2030 Fabricación de fibras sintéticas y artificiales

Figura 4. Diagrama de proceso del CIU 201. Fabricación de sustancias químicas básicas, abonos y compuestos inorgánicos nitrogenados, plásticos y caucho sintético en formas primarias



Figura 5. Diagrama de proceso del CIU 2013. Fabricación de plásticos en formas primas

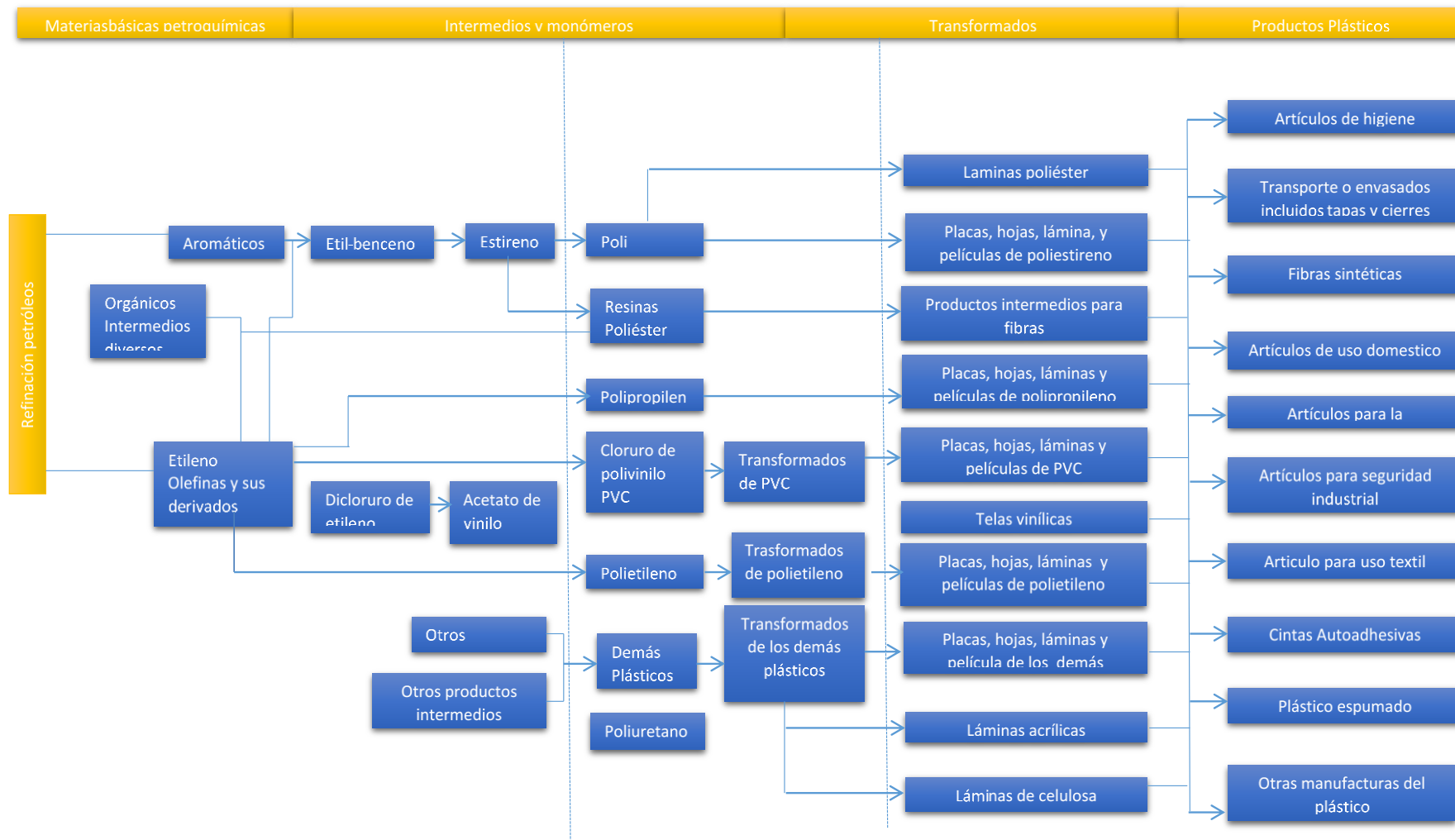


Figura 6. Diagrama de proceso del CIU 2022. Fabricación de pinturas, barnices y revestimientos similares, tintas para impresión y masillas

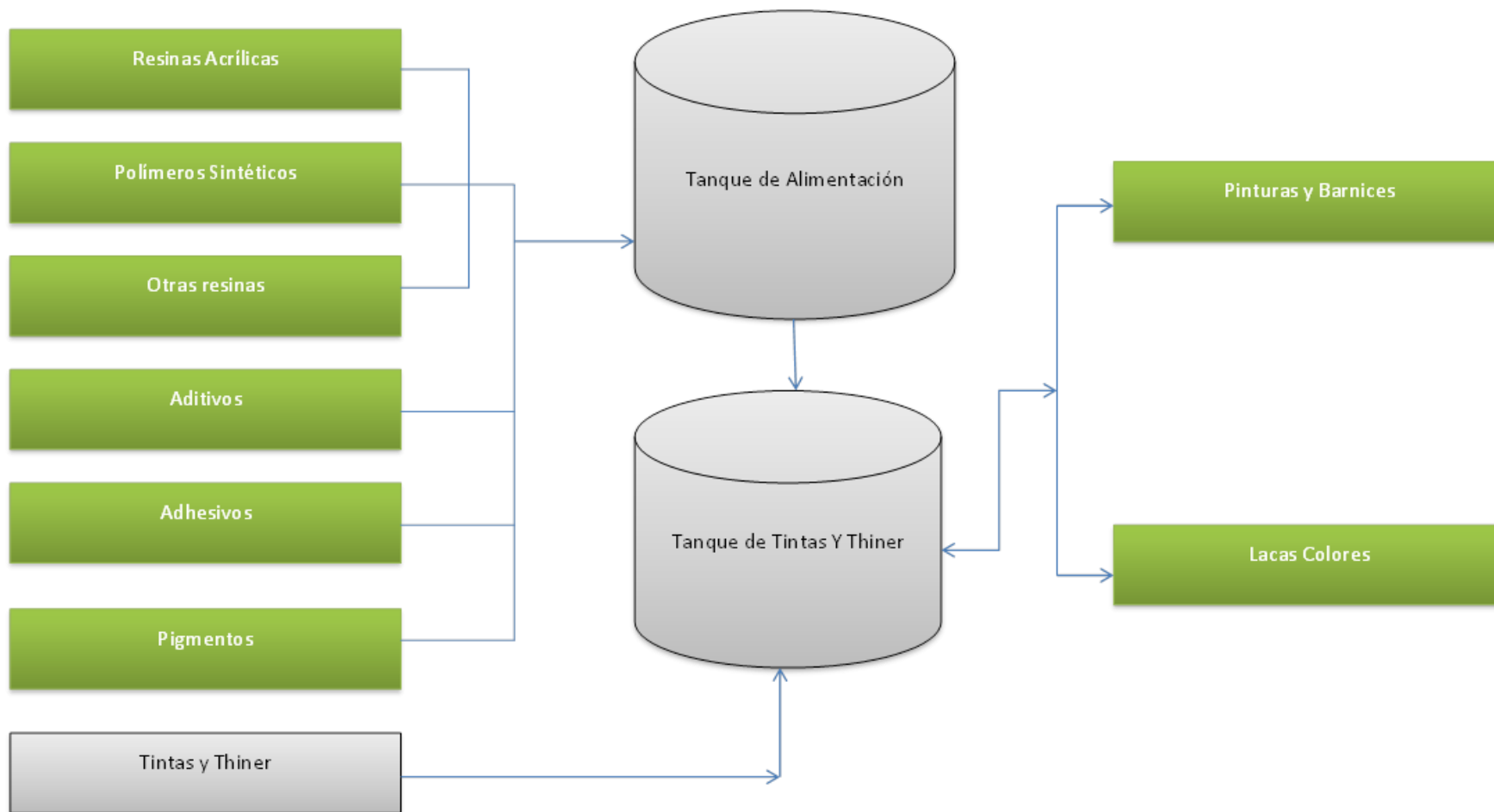


Figura 7. Diagrama de proceso del CIU 2023. Fabricación de jabones y detergentes, preparados para limpiar y pulir; perfumes y preparados de tocador

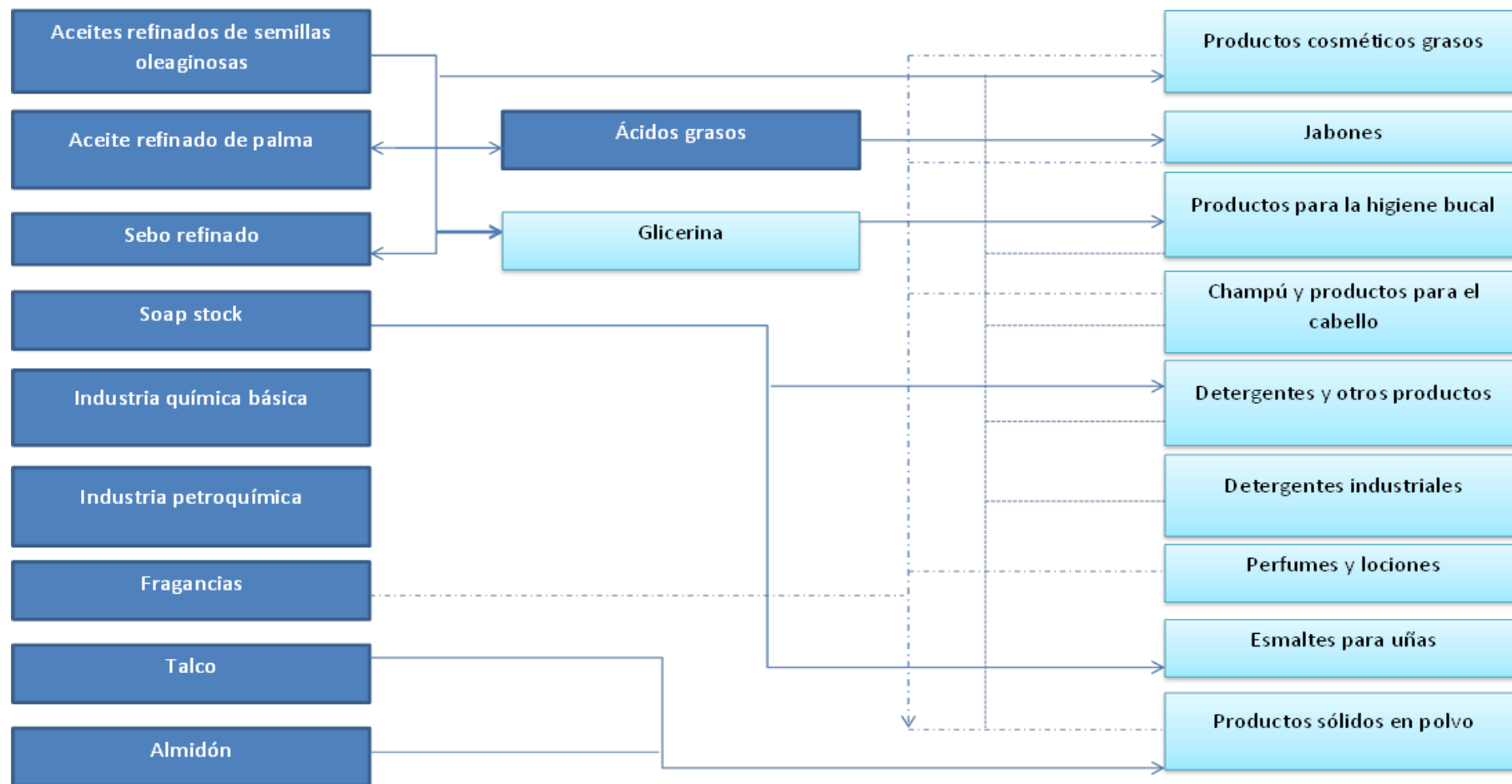


Figura 8. Diagrama de proceso del CIU 203 Fabricación de fibras sintéticas y artificiales



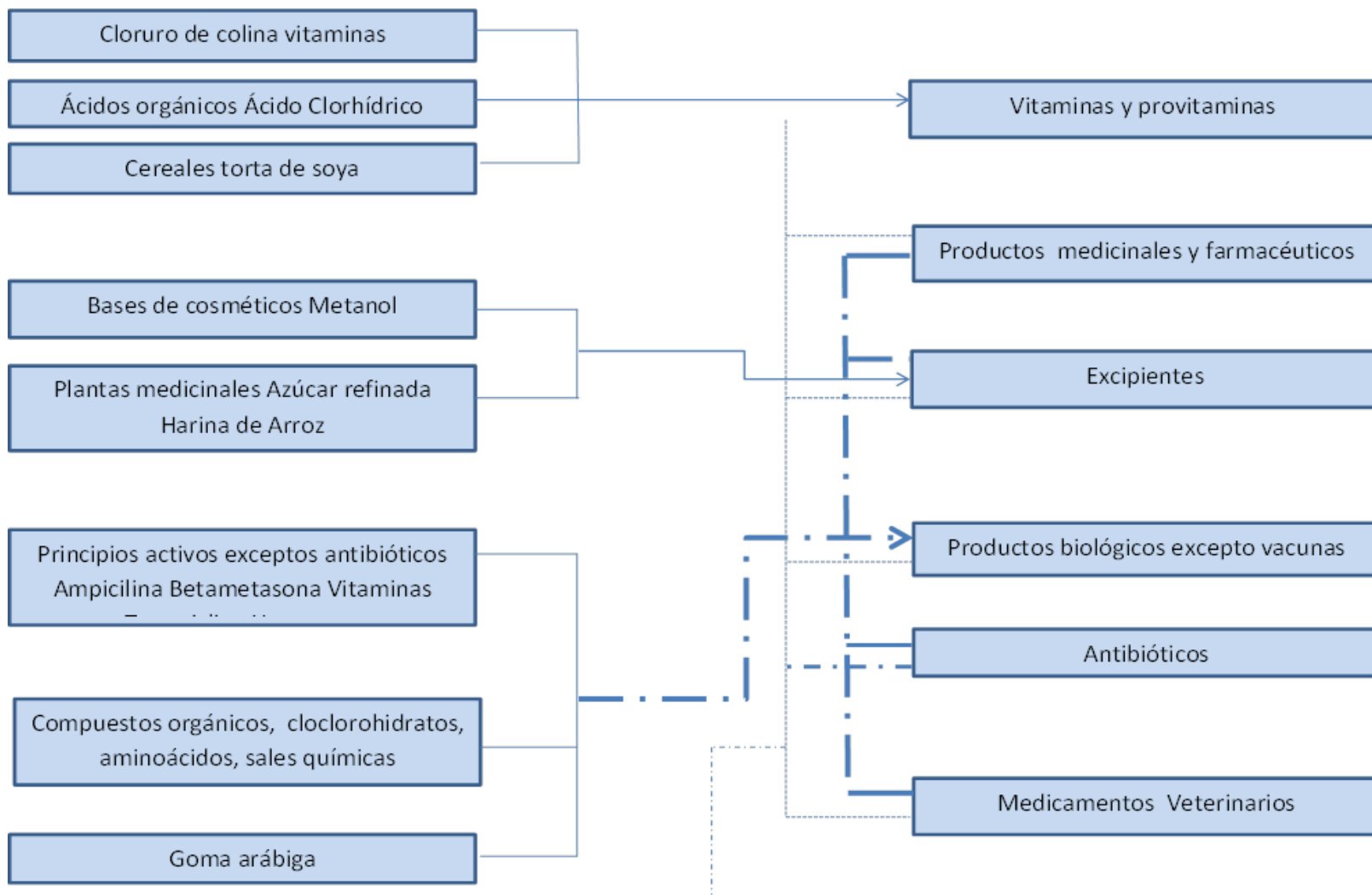
3.1.3 División 21: Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos de uso farmacéutico

Esta división comprende la fabricación de productos farmacéuticos básicos y preparados farmacéuticos. Se incluye también la fabricación de sustancias químicas medicinales y productos botánicos.

Tabla 21. Estructura del CIU 21

DIVISIÓN		Clase
21 FABRICACIÓN DE PRODUCTOS FARMACÉUTICOS, SUSTANCIAS QUÍMICAS MEDICINALES Y PRODUCTOS BOTÁNICOS DE USO FARMACÉUTICO	210	2100 Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales productos botánicos de uso farmacéutico

Figura 9. Diagrama de proceso del CIU 210 Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales productos botánicos de uso farmacéutico



3.1.4 División 22: Fabricación de productos de caucho y de plástico

Esta división comprende la fabricación de productos de caucho y de plástico. La división se define por las materias primas utilizadas en el proceso de fabricación, lo que no significa que se clasifique en ella la fabricación de todos los productos hechos con esos materiales.

Tabla 22. Estructura del CIU 22

DIVISIÓN		Clase
22 FABRICACIÓN DE PRODUCTOS DE CAUCHO Y DE PLÁSTICO	221 Fabricación de productos de caucho	2211 Fabricación de llantas y neumáticos de caucho
		2212 Reencauche de llantas usadas
		2219 Fabricación de formas básicas de caucho y otros productos de caucho, n.c.p.
	222 Fabricación de productos de plástico	2221 Fabricación de formas básicas de plástico
		2229 Fabricación de artículos de plástico n.c.p.

Figura 10. Diagrama de proceso del CIU 221. Fabricación de productos de caucho

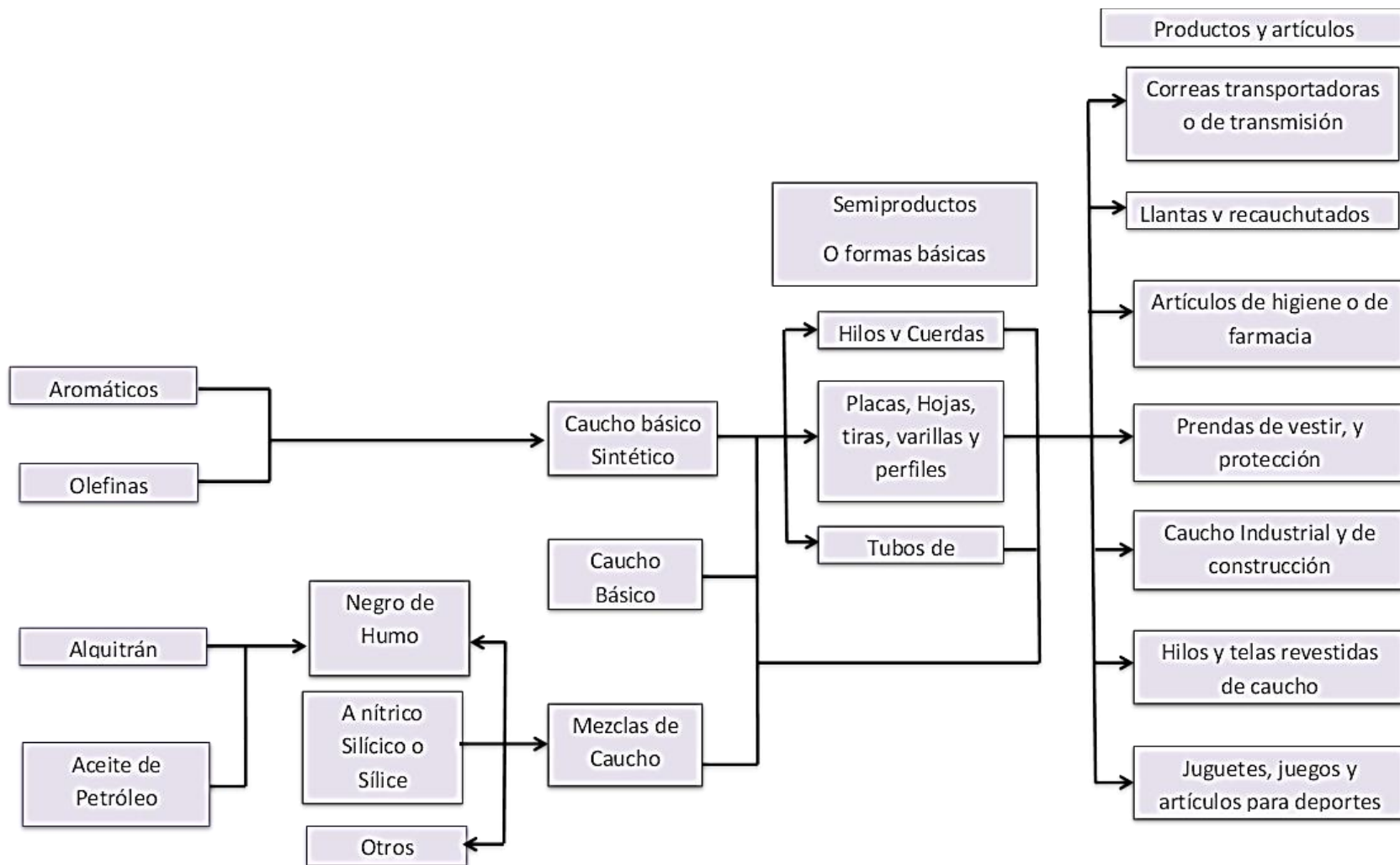


Figura 11. Diagrama de proceso del CIU 2221. Fabricación de formas básicas de plástico

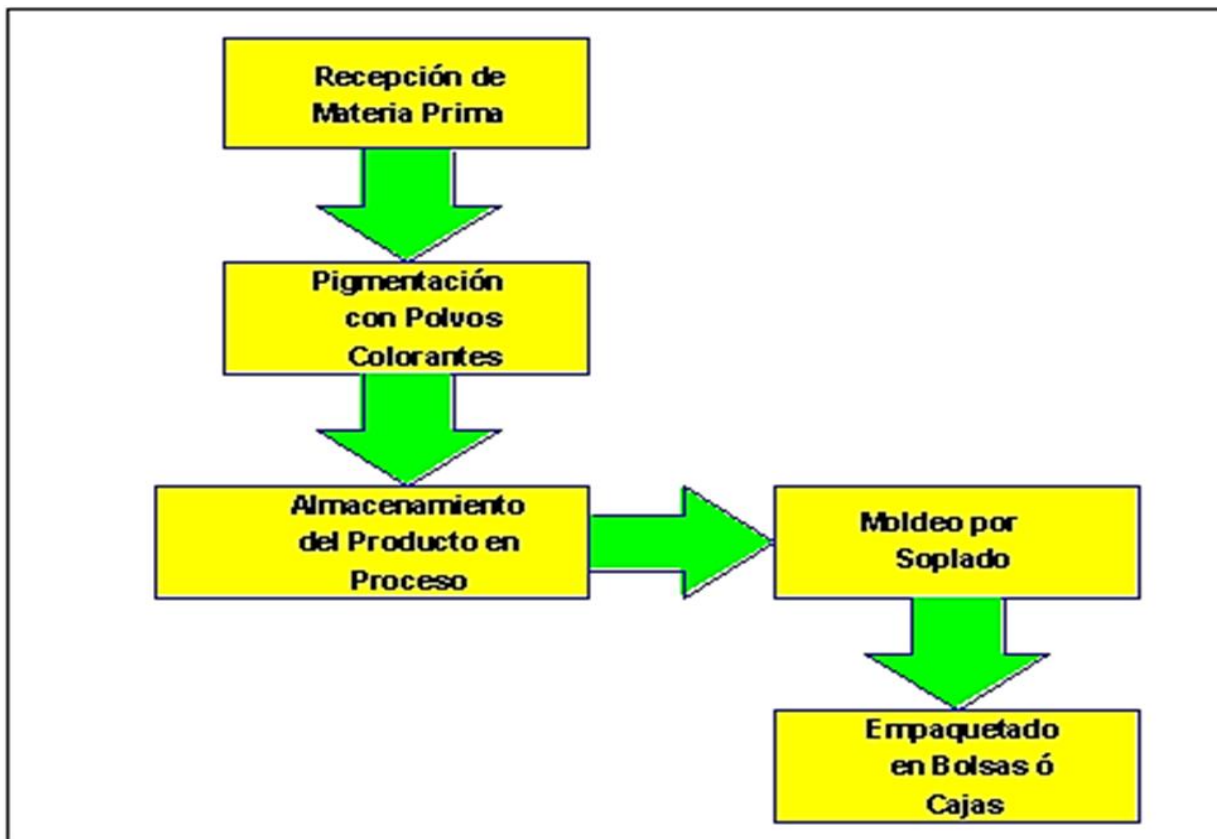
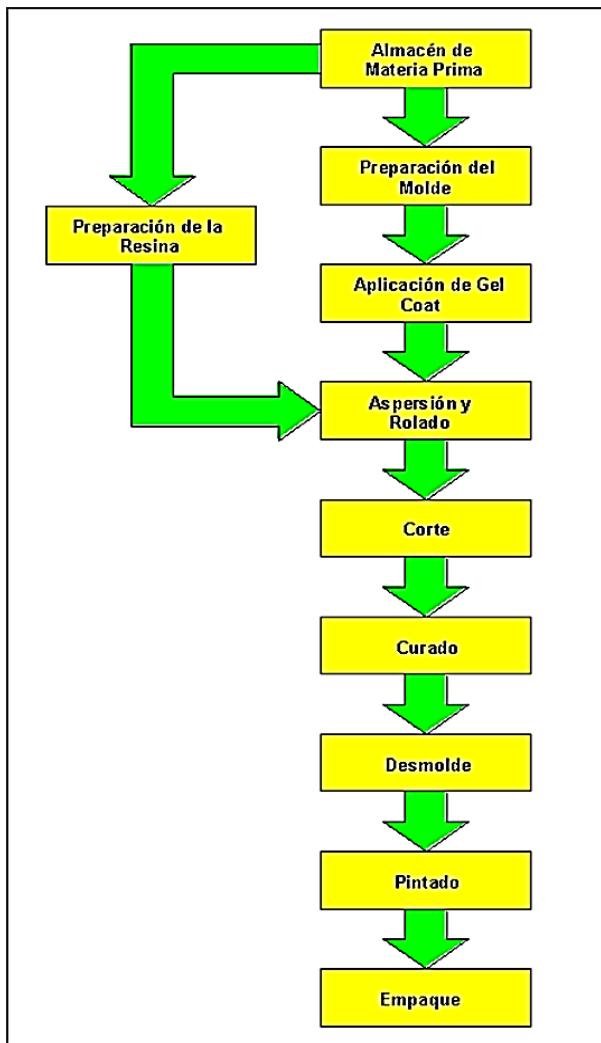


Figura 12. Diagrama de proceso del CIU 2229. Fabricación de artículos de plástico n.c.p.



3.1.5 División 23: Fabricación de otros productos minerales no metálicos

Esta división comprende las actividades relacionadas con el tratamiento de productos de origen mineral. La fabricación de vidrio y los productos de vidrio (por ejemplo: vidrio plano, vidrio hueco, fibras de vidrio, artículos de vidrio de uso técnico, etc.); productos y artículos de cerámica y de arcilla cocida; la elaboración de cemento, cal y yeso, desde materias primas hasta los artículos acabados. Se incluye también el corte, tallado y acabado de la piedra y de otros productos minerales.

Tabla 23. Estructura del CIU 23

DIVISIÓN		Clase	
23 FABRICACIÓN DE OTROS PRODUCTOS MINERALES NO METÁLICOS	231	2310 Fabricación de vidrio y productos de vidrio	
	239 Fabricación de productos minerales no metálicos n.c .p.	2391	Fabricación de productos refractarios
		2392	Fabricación de materiales de arcilla para la construcción
		2393	Fabricación de otros productos de cerámica y porcelana
		2394	Fabricación de cemento, cal y yeso
		2395	Fabricación de artículos de hormigón, cemento y yeso
		2396	Corte, tallado y acabado de la piedra
		2399	Fabricación de otros productos minerales no metálicos n.c.p.

Figura 13. Diagrama de proceso del CIU 231. Fabricación de vidrio y productos de vidrio

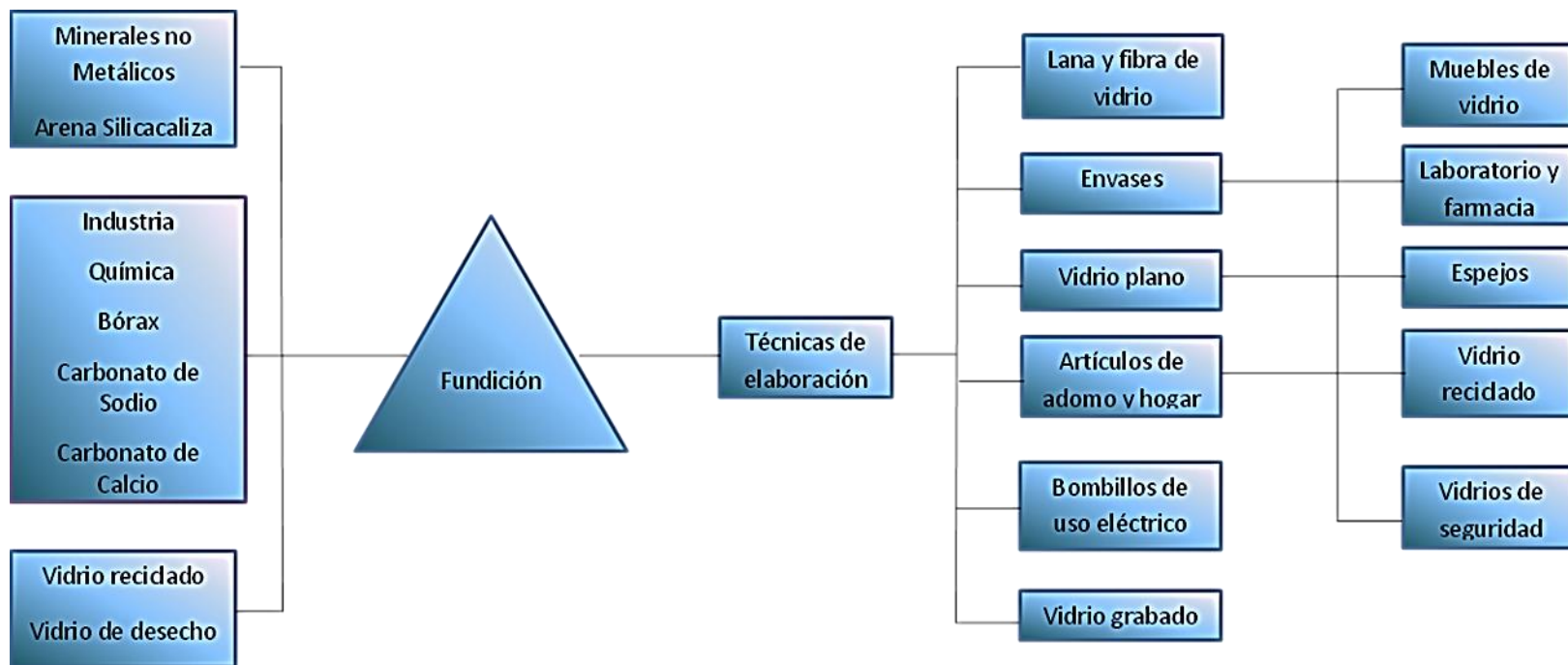


Figura 14. Diagrama de proceso del CIU 2392 Fabricación de materiales de arcilla para la construcción

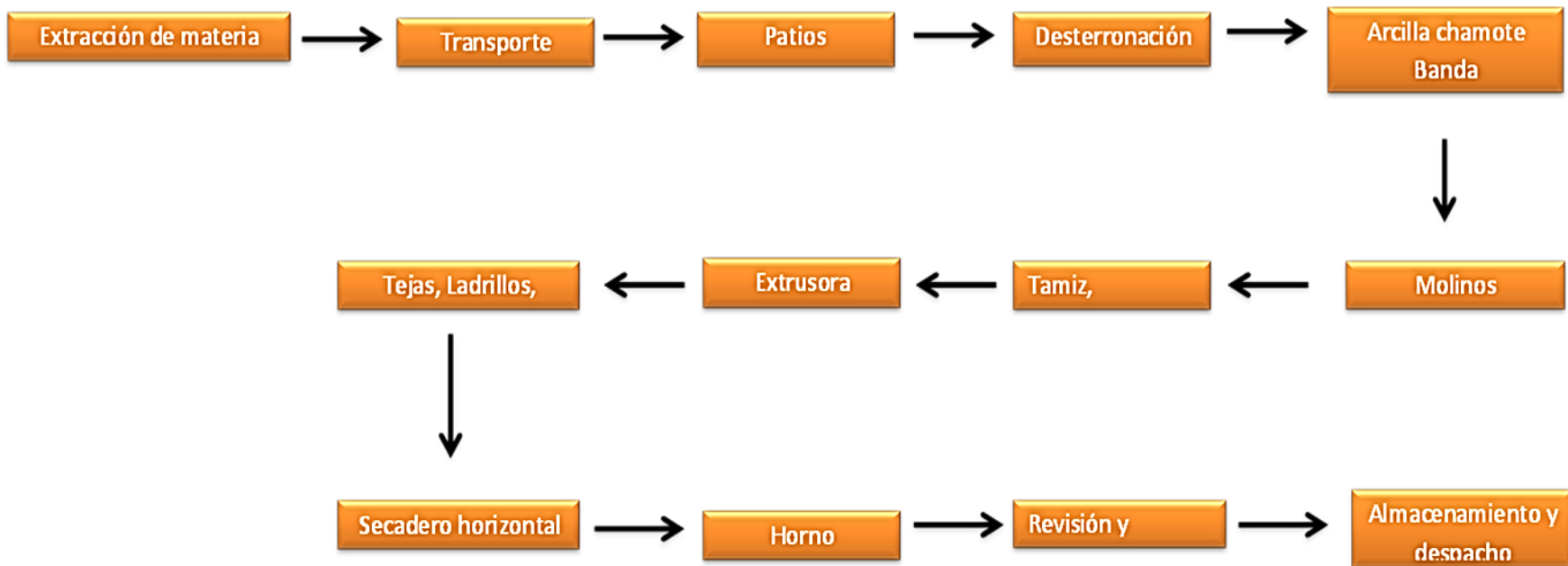


Figura 15. Diagrama de proceso del CIU 2393 Fabricación de otros productos de cerámica y porcelana

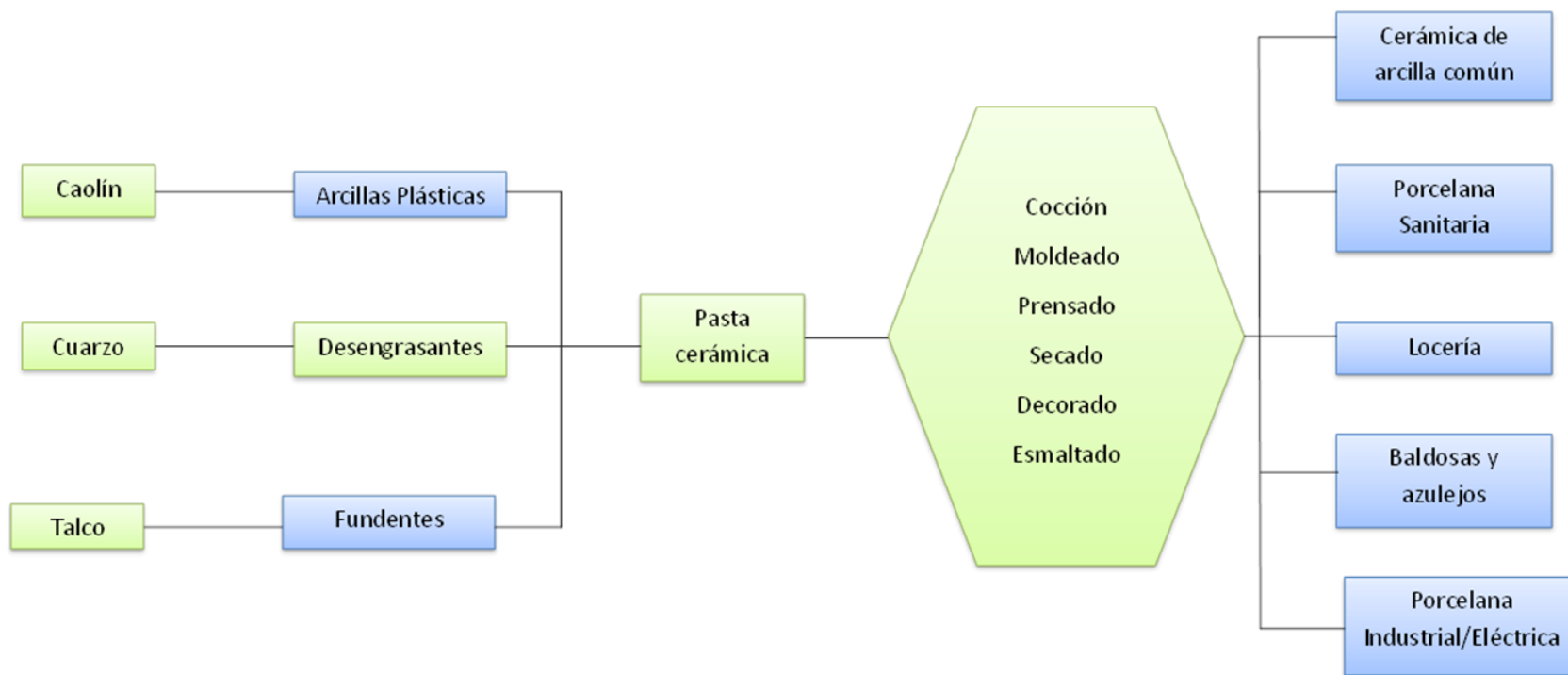
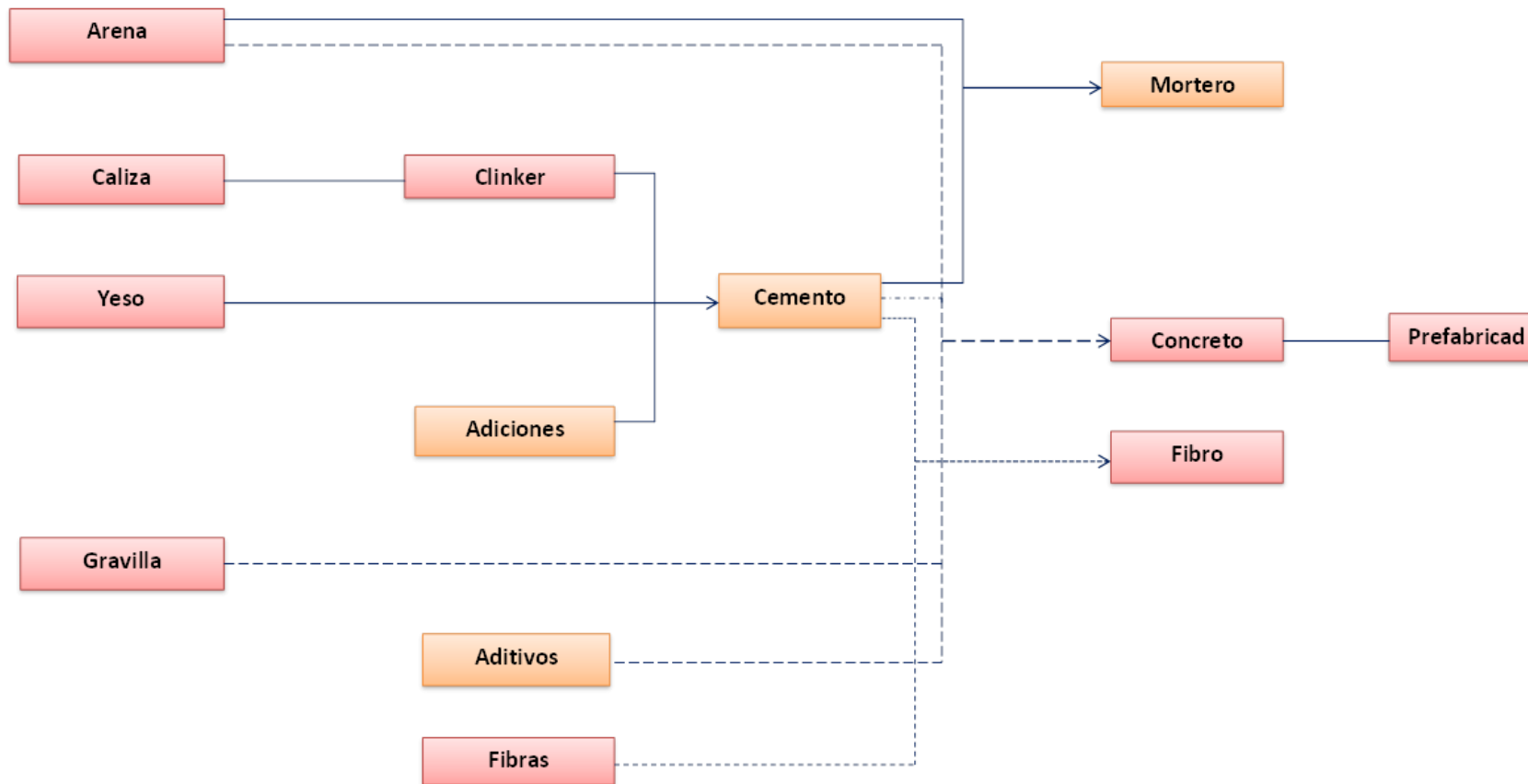


Figura 16. Diagrama de proceso del CIU 2394 Fabricación de cemento, cal y yeso



3.1.6 División 24: Fabricación de productos metalúrgicos básicos

Esta división incluye: Las actividades de fundido y refinado de metales ferrosos y no ferrosos a partir de minerales, lingotes o escorias de hierro, chatarra y arrabio, usando procesos electrometalúrgicos y otras técnicas metalúrgicas. En esta división, las unidades económicas o empresas también producen aleaciones y superaleaciones de metales mediante la adición de otros elementos químicos a metales puros. Los productos que resultan de la fundición y la refinación, particularmente en forma de lingotes, se usan en procesos de laminado, estirado, trefilado o extrudido para fabricar hojas, tiras, barras, varillas o alambre y perfiles huecos, y en forma fundida para fabricar piezas fundidas y otros productos de metales básicos.

Tabla 24. Estructura del CIU 24

DIVISIÓN		Clase
24 FABRICACIÓN DE PRODUCTOS METALÚRGICOS BÁSICOS	241	2410 Industrias básicas de hierro y de acero
	242 Industrias básicas de metales preciosos y de metales no ferrosos	2421 Industrias básicas de metales preciosos
		2429 Industrias básicas de otros metales no ferrosos
	243 Fundición de metales	2431 Fundición de hierro y de acero
		2432 Fundición de metales no ferrosos

Figura 17. Diagrama de proceso del CIU 24 Industrias básicas de hierro y de acero

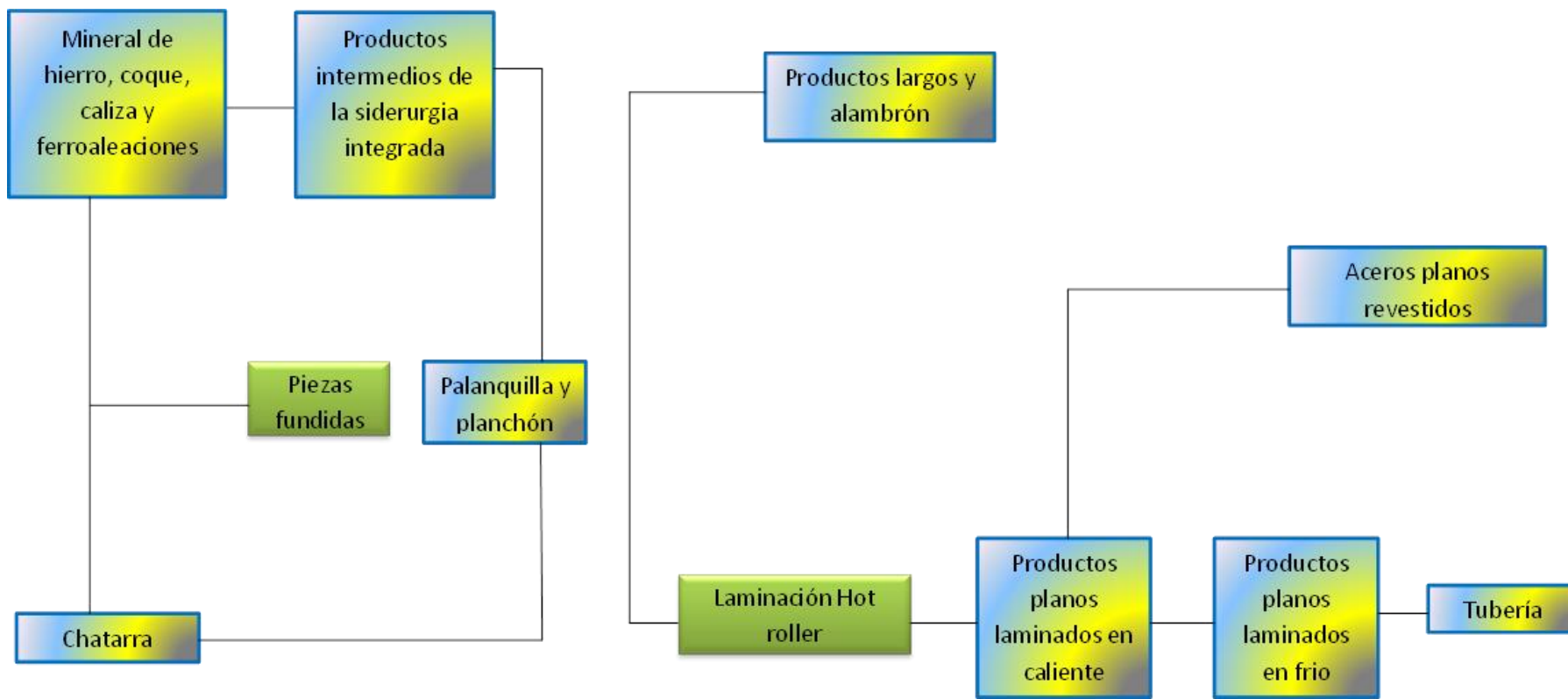
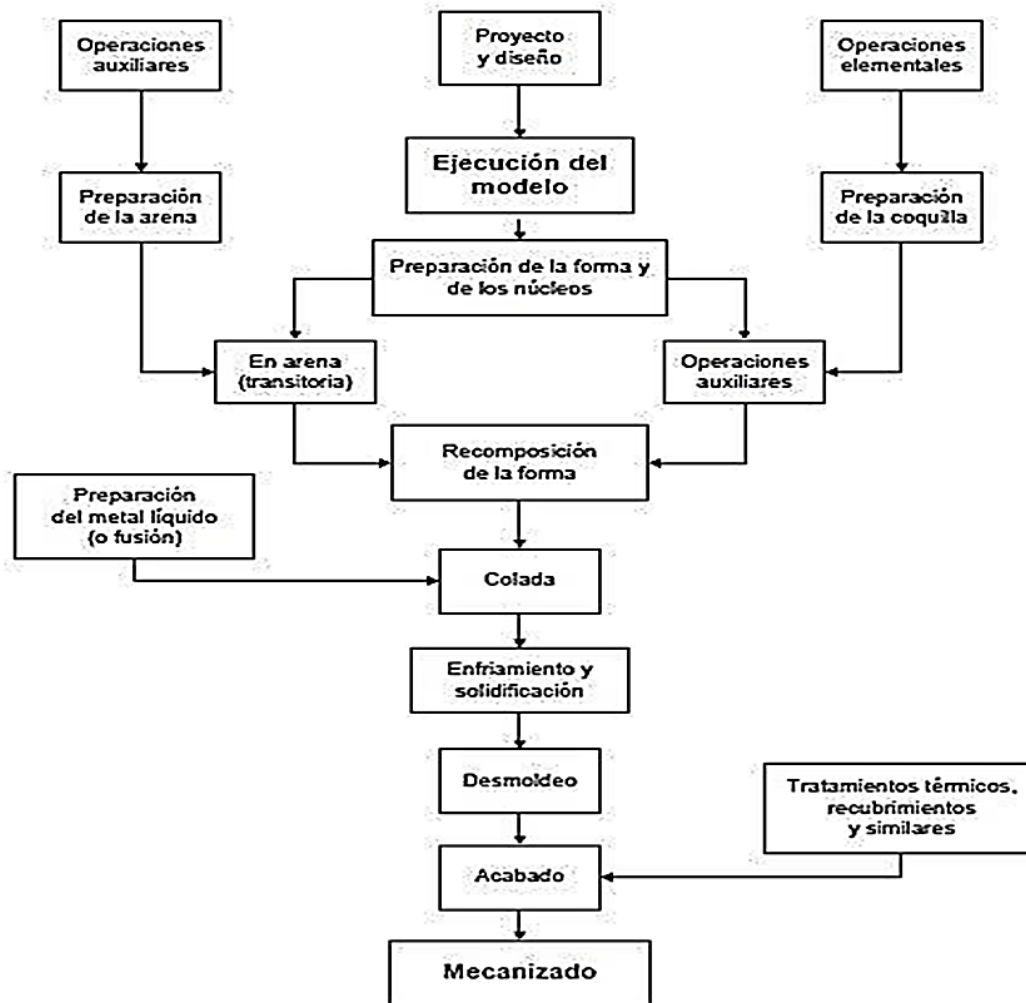


Figura 18. Diagrama de proceso del CIU 2431. Fundición de hierro y de acero



3.1.7 División 25: Fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo

Esta división comprende la fabricación de productos de metal (tales como piezas, recipientes y estructuras), usualmente con una función inamovible y estática, a diferencia de las divisiones 26 a 30, las cuales cubren la manufactura de combinaciones o ensamblajes de tales productos metálicos (algunas veces con otros materiales) en unidades más complejas que, a menos que sean puramente eléctricos, electrónicos u ópticos, trabajan con partes móviles. También forma parte de esta división la fabricación de armas y municiones. No se incluyen las actividades de mantenimiento y reparación especializado contenidas en el grupo 331, «Mantenimiento y reparación especializado de productos elaborados en metal y de maquinaria y equipo»; y la instalación especializada de productos elaborados producidos en esta división para edificaciones, tales como calderas de calefacción central, que se incluyen en la clase 4322, «Instalaciones de fontanería, calefacción y aire acondicionado».

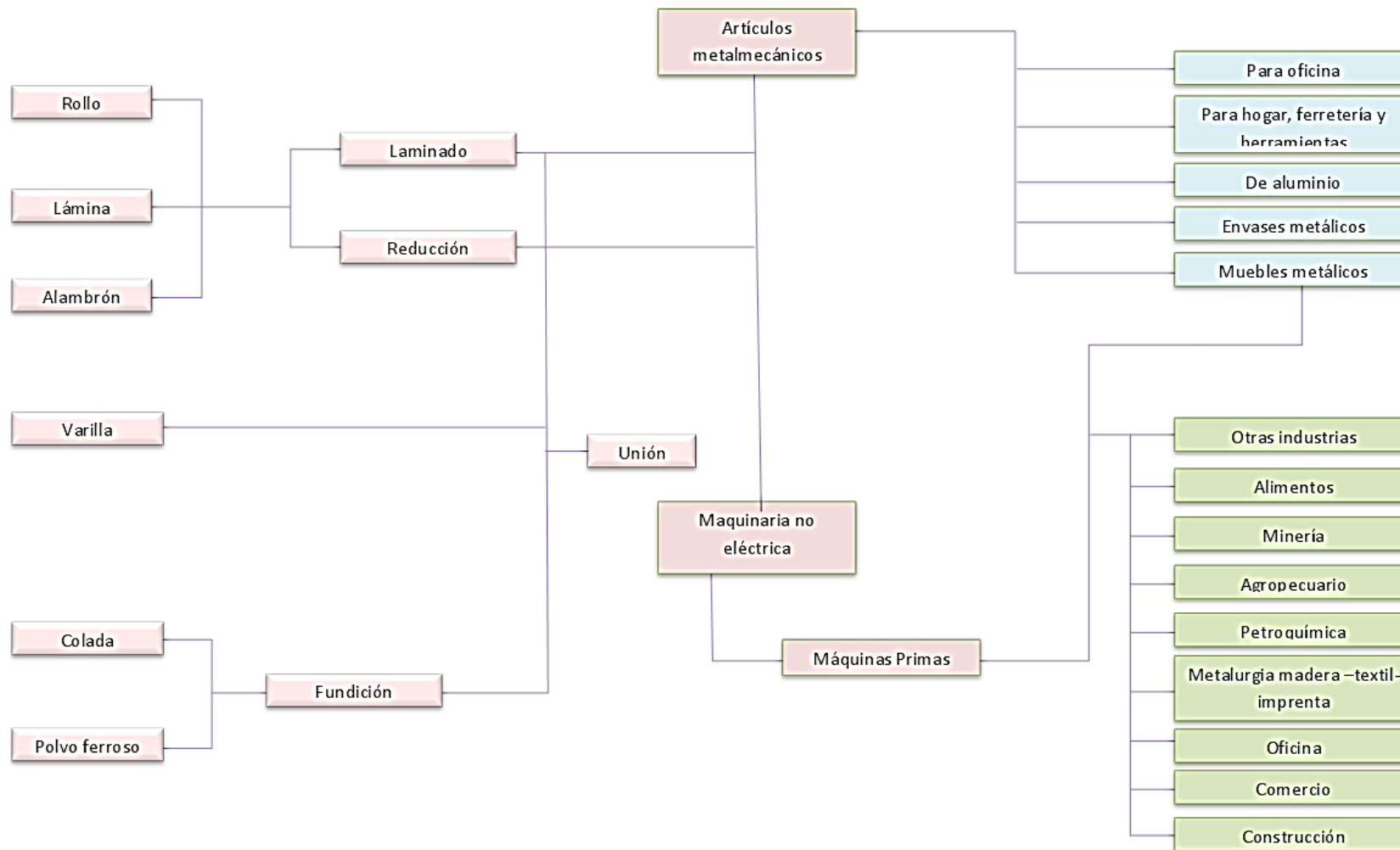
Tabla 25. Estructura del CIU 25

DIVISIÓN		Clase	
25 FABRICACIÓN PRODUCTOS ELABORADOS METAL, EXCEPTO MAQUINARIA EQUIPO	DE	251 Fabricación de productos metálicos para uso estructural, tanques, depósitos y generadores de vapor	2511 Fabricación de productos metálicos para uso estructural
	DE		2512 Fabricación de tanques, depósito y recipientes de metal, excepto los utilizados para el envase o transporte de mercancías
	Y		2513 Fabricación de generadores de vapor, excepto calderas de agua Caliente para calefacción central
		252	2520 Fabricación de armas y municiones
		259 Fabricación de otros productos elaborados de metal y actividades de servicios relacionados con el trabajo de metales	2591 Forja, prensado, estampado y laminado de metal; pulvimetalurgia
			2592 Tratamiento y revestimiento de metales; mecanizado
			2593 Fabricación de artículos de cuchillería, herramientas de mano y artículos de ferretería
			2599 Fabricación de otros productos elaborados de metal n.c.p.

Figura 19. Diagrama de proceso del CIU 2511 Fabricación de productos metálicos para uso estructural



Figura 20. Diagrama de proceso del CIUU 259 Fabricación de otros productos elaborados de metal y actividades de servicios relacionados con el trabajo de metales



3.1.8 División 26: Fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos

Esta división incluye: La fabricación de computadoras, periféricos para computadoras, equipos de comunicación y productos electrónicos similares, como también la fabricación de componentes para tales productos. Los procesos de producción de esta división están caracterizados por el diseño y el uso de circuitos integrados y la aplicación de tecnologías de la miniaturización altamente especializada. Esta división también contiene la fabricación de equipos electrónicos de consumo, medición, prueba, navegación y de control, equipos de radiación, electro médico y electro terapéuticos, equipos e instrumentos ópticos y la fabricación de medios magnéticos y ópticos para el almacenamiento de datos.

Tabla 26. Estructura del CIU 26

DIVISIÓN		Clase	
26 FABRICACIÓN DE PRODUCTOS INFORMÁTICOS ELÉCTRICOS Y ÓPTICOS	261	2610 Fabricación de componentes y tableros electrónicos	
	262	2620 Fabricación de computadores y de equipos periférico	
	263	2630 Fabricación de equipos de comunicación	
	264	2640 Fabricación de aparatos electrónicos de consumo	
	265 Fabricación de equipos de medición, prueba, navegación y control; fabricación de relojes	2651	Fabricación de equipo de medición, prueba, navegación y control
		2652	Fabricación de relojes
	266	2660 fabricación de equipos de irradiación y equipos electrónicos de uso médico y terapéutico	
	267	2670 Fabricación de instrumentos ópticos y equipo fotográfico	
	268	2680 Fabricación de medios magnéticos y ópticos para almacenamiento de datos	

Figura 21. Diagrama de proceso del CIU 261. Fabricación de componentes y tableros electrónicos

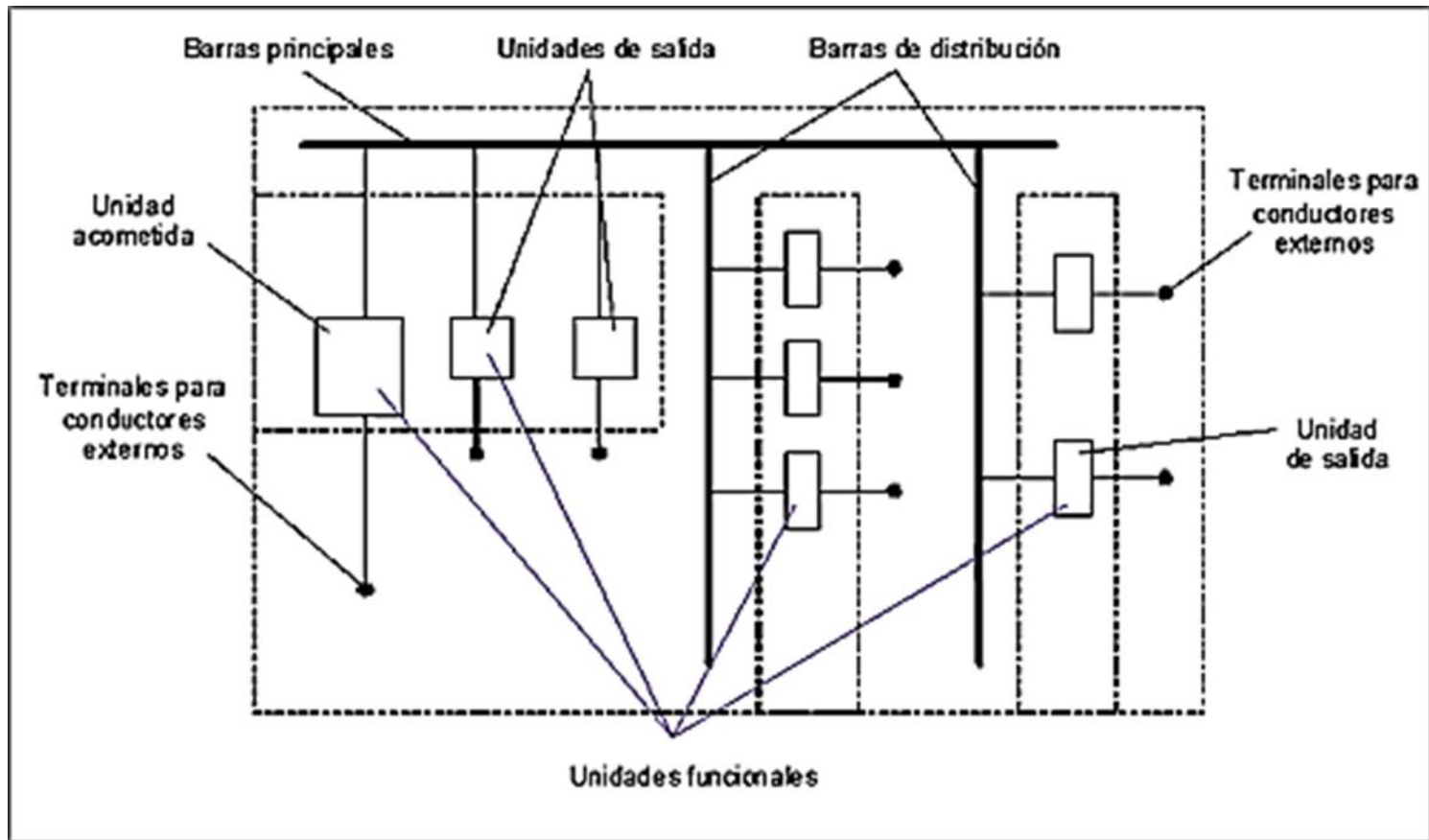
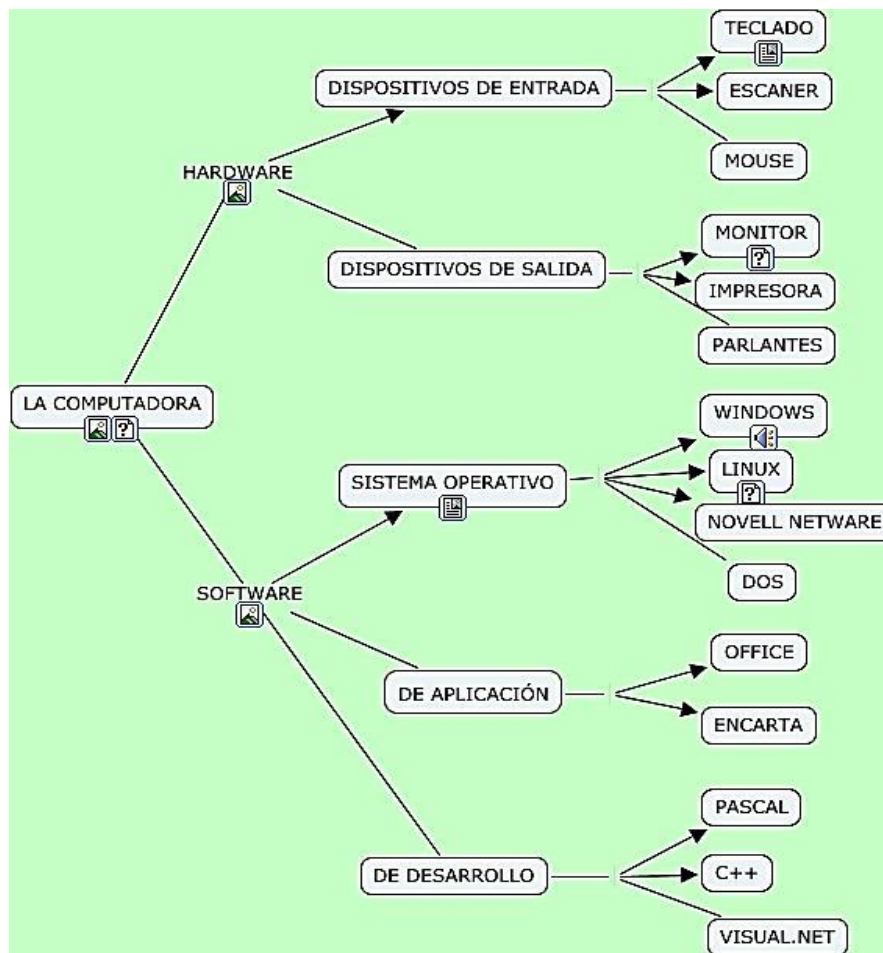


Figura 22. Diagrama de proceso del CIU 262. Fabricación de computadores y de equipos periférico



3.1.9 División 27: Fabricación de aparatos y equipo eléctrico

Esta división comprende la fabricación de productos que generan, transforman, distribuyen, almacenan y controlan el uso de energía eléctrica. También incluye la fabricación de equipos de iluminación o alumbrado eléctrico, equipos de señalización y electrodomésticos. No se incluye la fabricación de productos electrónicos, que se incluyen en la división 26, «Fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos».

Tabla 27. Estructura del CIU 27

DIVISIÓN		Clase
27 FABRICACIÓN DE APARATOS Y EQUIPOS ELÉCTRICOS	271 Fabricación de motores, generadores y transformadores eléctricos y de aparatos de distribución y control de la energía eléctrica.	2711 Fabricación de motores, generadores y transformadores eléctricos.
		2712 fabricación de aparatos de distribución y control de la energía eléctrica
	272	2720 fabricación de pilas, baterías y acumuladores eléctricos
	273 FABRICACIÓN DE HILOS Y CABLES AISLADOS Y SUS DISPOSITIVOS	2731 Fabricación de hilos y cables eléctricos y de fibra óptica
		2732 Fabricación de dispositivos de cableado
	274 FABRICACIÓN DE EQUIPOS ELÉCTRICOS DE ILUMINACIÓN	2740 Fabricación de equipos eléctricos de iluminación
	275	2750 Fabricación de aparatos de uso doméstico
	279	2790 Fabricación de otros tipos de equipo eléctrico n.c.p

Figura 23. Diagrama de proceso del CIU 271. Fabricación de motores, generadores y transformadores eléctricos y de aparatos de distribución y control de la energía eléctrica

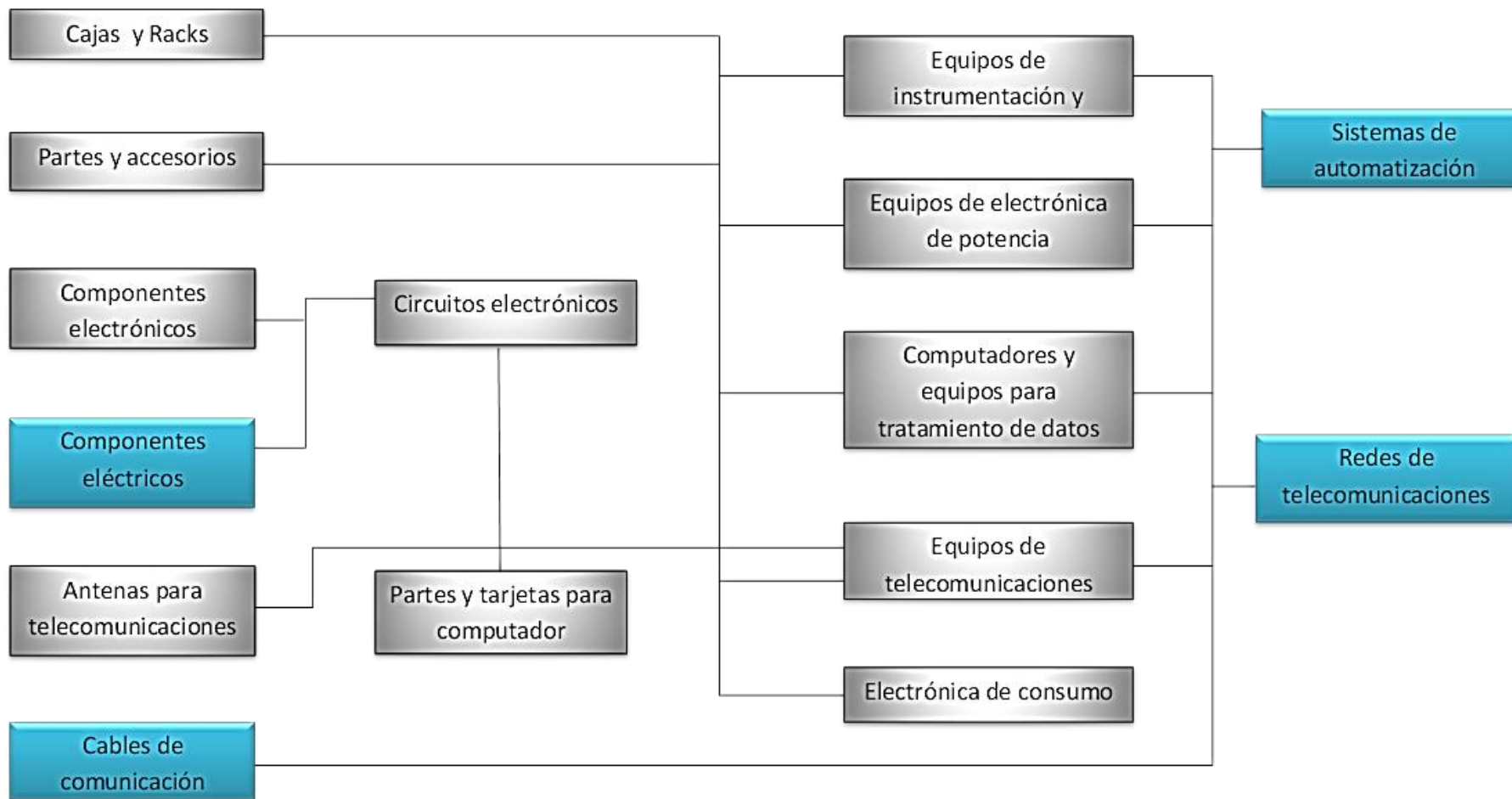
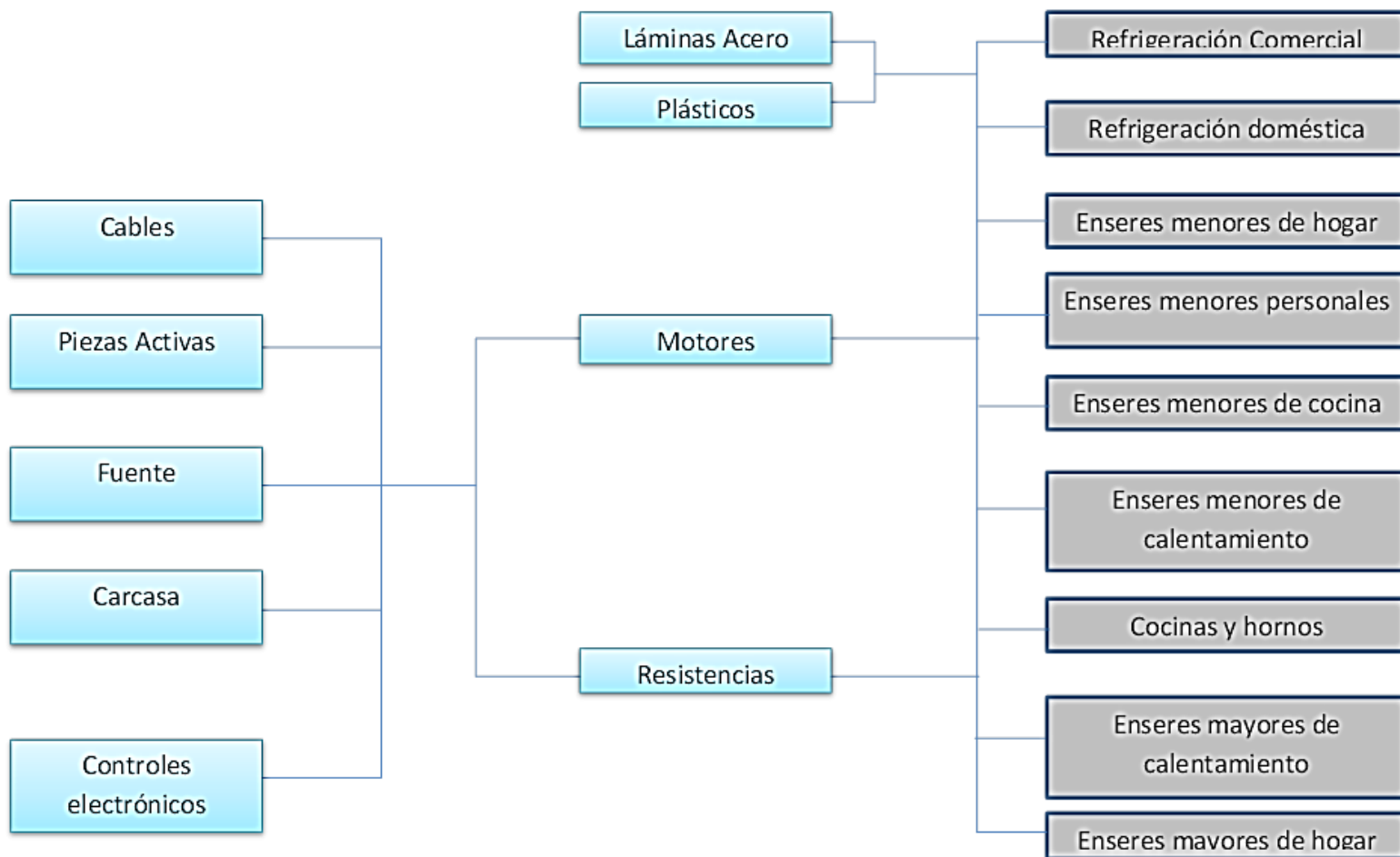


Figura 24. Diagrama de proceso del 2750 Fabricación de aparatos de uso doméstico

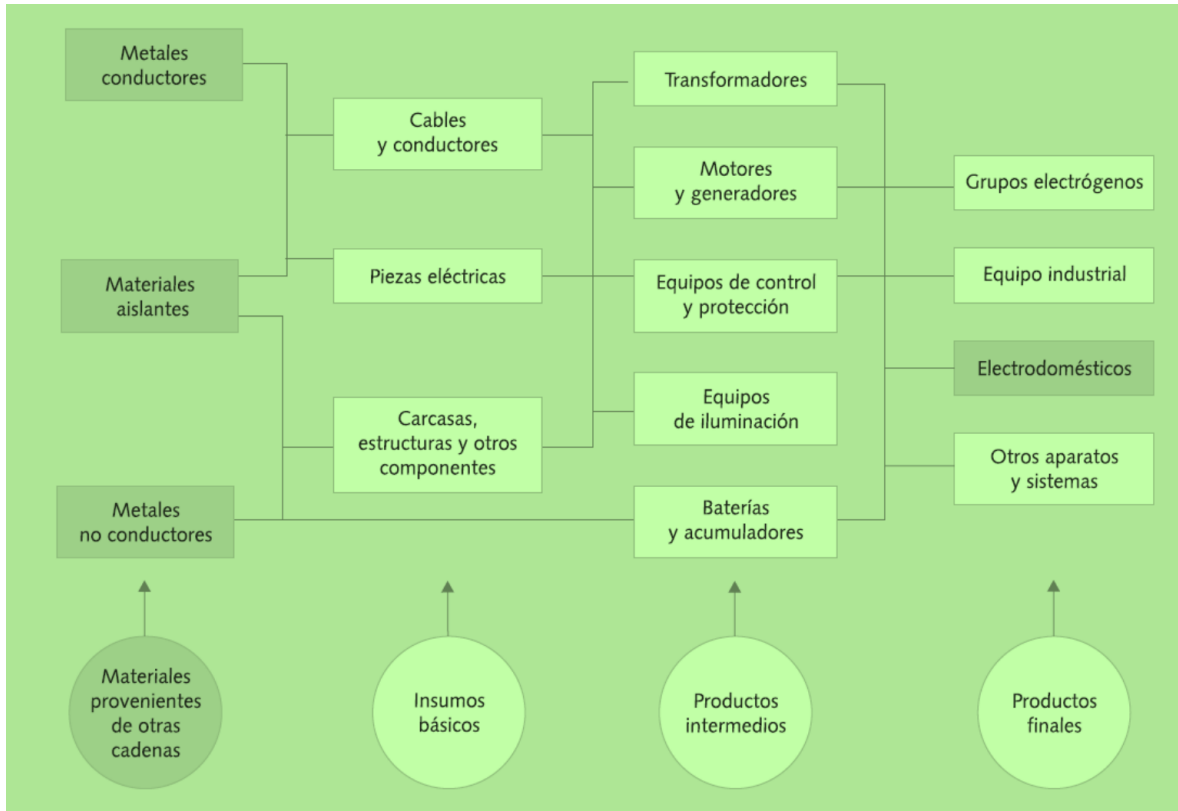


3.1.10 División 28: Fabricación de maquinaria y equipo N.C.P.

Esta división comprende la fabricación de maquinaria y equipo sin importar su funcionamiento y sin tener en cuenta las operaciones que realicen (manipular, rosear, pesar o embalar), incluyendo las piezas mecánicas que producen y aplican fuerza, y cualquier parte esencial de la maquinaria y equipo. Incluye igualmente la fabricación de aparatos fijos, móviles o portátiles, y manuales como es el caso de las carretillas manuales, destinados a ser utilizados en la industria, en obras de construcción e ingeniería civil, uso agrícola o doméstico. También pertenece a esta división la fabricación de equipo especial para transporte de pasajeros y carga en zonas delimitadas. La maquinaria para otros propósitos especiales no clasificada en otro lugar, sea o no usada en procesos de fabricación, como los equipos de diversión en ferias, equipos automáticos de canchas de bolos, etc.

En las clases del grupo 281 se incluye la fabricación de la maquinaria y equipo de uso general, tales como: motores y turbinas, y partes para motores de combustión interna; equipos de potencia hidráulica y neumática; bombas, compresores, grifos y válvulas; cojinetes, engranajes, trenes de engranajes y piezas de transmisión; hornos, hogares y quemadores industriales; equipo de elevación y manipulación; maquinaria y equipo de oficina (excepto computadoras y equipo periférico) y herramientas manuales con motor, entre otros. Por su parte, en las clases correspondientes al grupo 282 se incluye la fabricación de maquinaria y equipo de uso especial como: maquinaria agropecuaria y forestal; maquinaria para explotación de minas y canteras y para obras de construcción; maquinaria y equipo para uso industrial; equipos de diversión en ferias, equipos de canchas de bolos, y similares. Se excluye la fabricación de productos de metal de uso general (división 25, «Fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo»); equipo de control de procesos industriales, equipos informáticos, equipo de medición y prueba, aparatos de distribución y control de energía eléctrica (divisiones 26 y 27); y vehículos automotores y otros medios de transporte de uso general (divisiones 29 y 30).

Figura 25. Diagrama de proceso del 28. Fabricación de maquinaria y equipo



3.1.11 División 29: Fabricación de vehículos automotores, remolques y semirremolques

Esta división incluye la fabricación de vehículos automotores para transportar personas o carga. También se incluye aquí la fabricación de diferentes partes y accesorios, y la fabricación de remolques y semirremolques. El mantenimiento y reparación de los vehículos incluidos en esta división se clasifican en la clase 4520, «Mantenimiento y reparación de vehículos automotores».

Tabla 28. Estructura del CIU 29

DIVISIÓN		Clase
29 FABRICACIÓN DE VEHÍCULOS AUTOMOTORES, REMOLQUES Y SEMIRREMOLQUES	291	2910 Fabricación de vehículos automotores y sus motores
	292	2920 Fabricación de carrocerías para vehículos automotores; fabricación de remolques y semirremolques
	293	2930 Fabricación de partes, piezas (autopartes) y accesorios (lujos) para vehículos automotores

Figura 26. Diagrama de proceso del CIU 291. Fabricación de vehículos automotores y sus motores

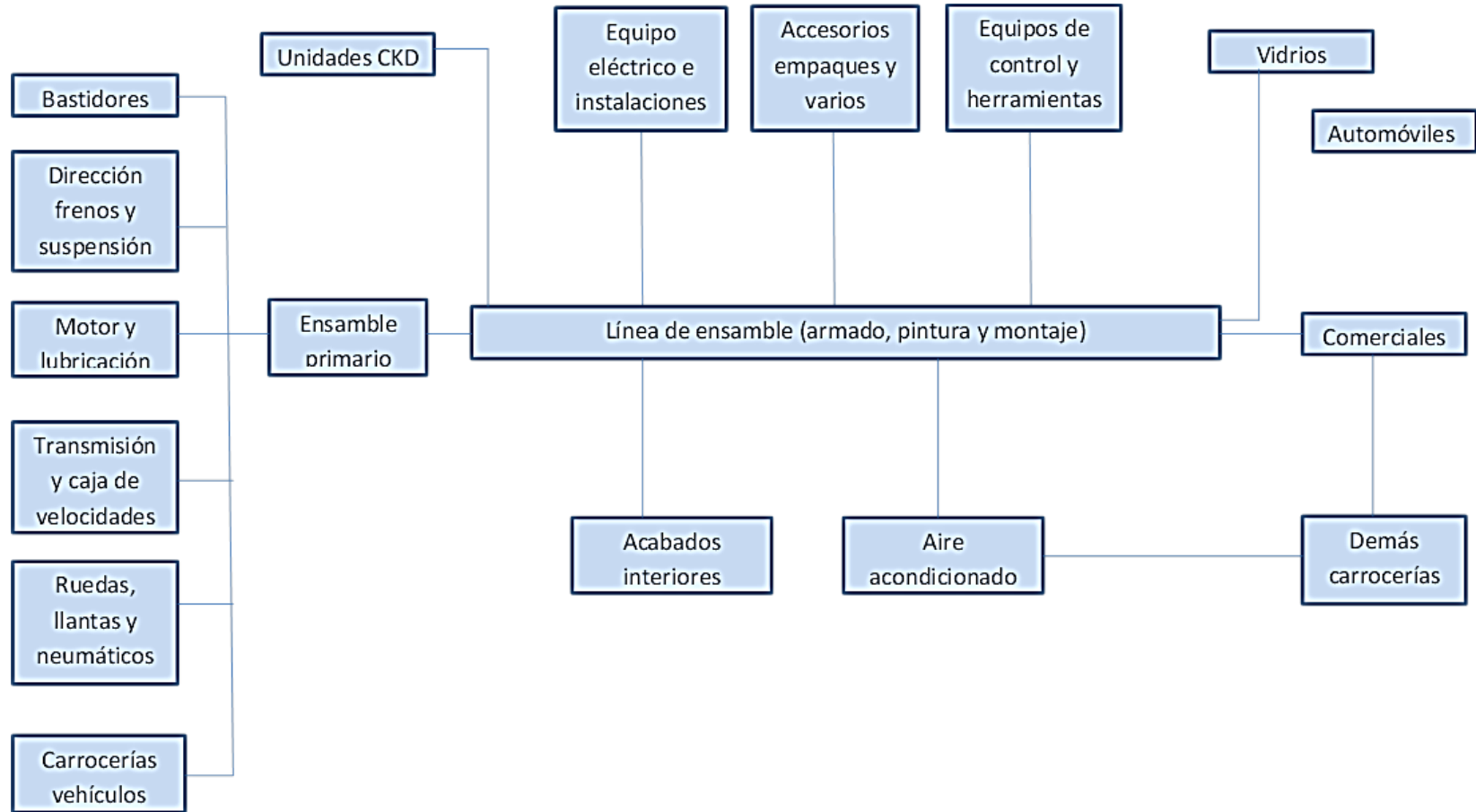


Figura 27. Diagrama de proceso del CIU 292. Fabricación de carrocerías para vehículos automotores; fabricación de remolques y semirremolques

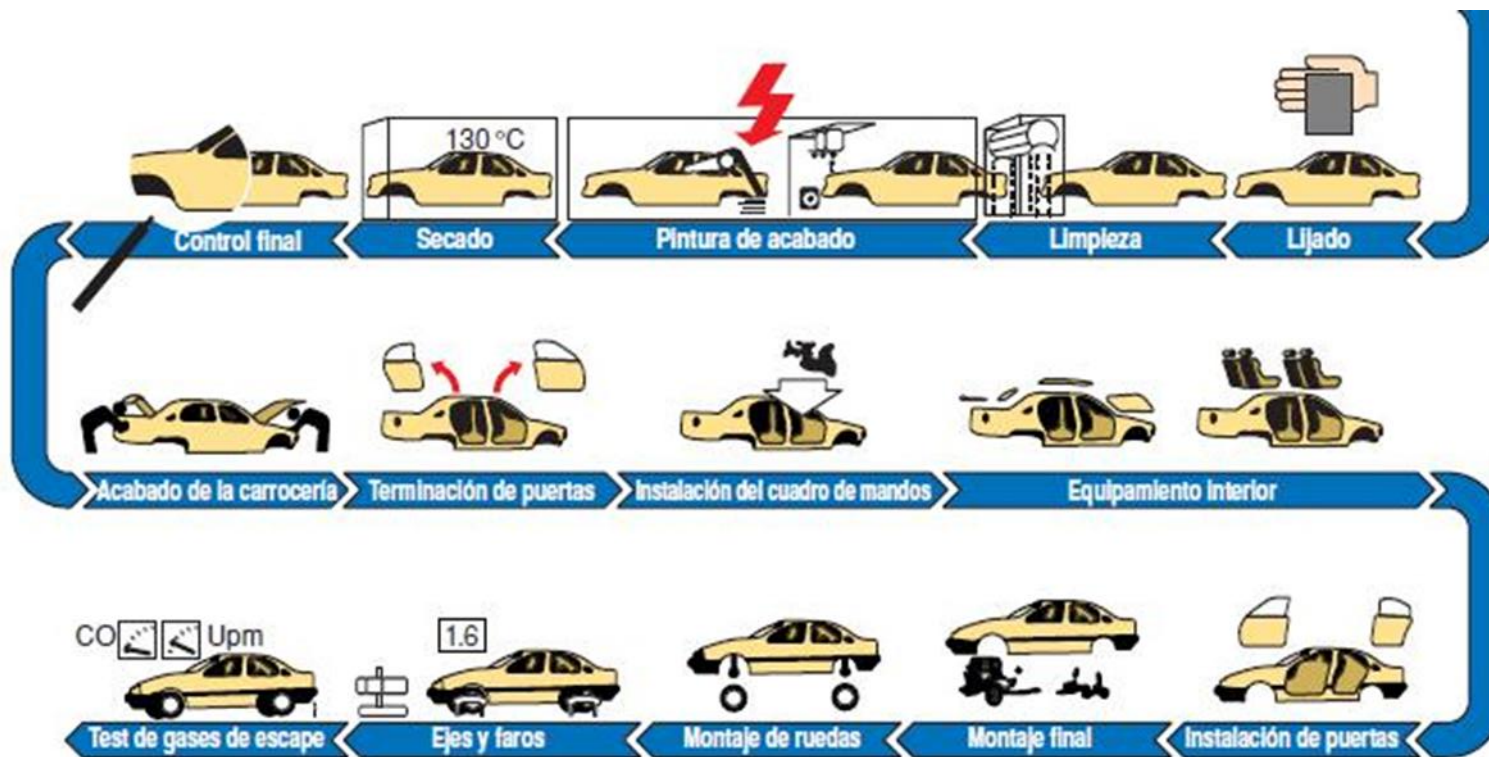
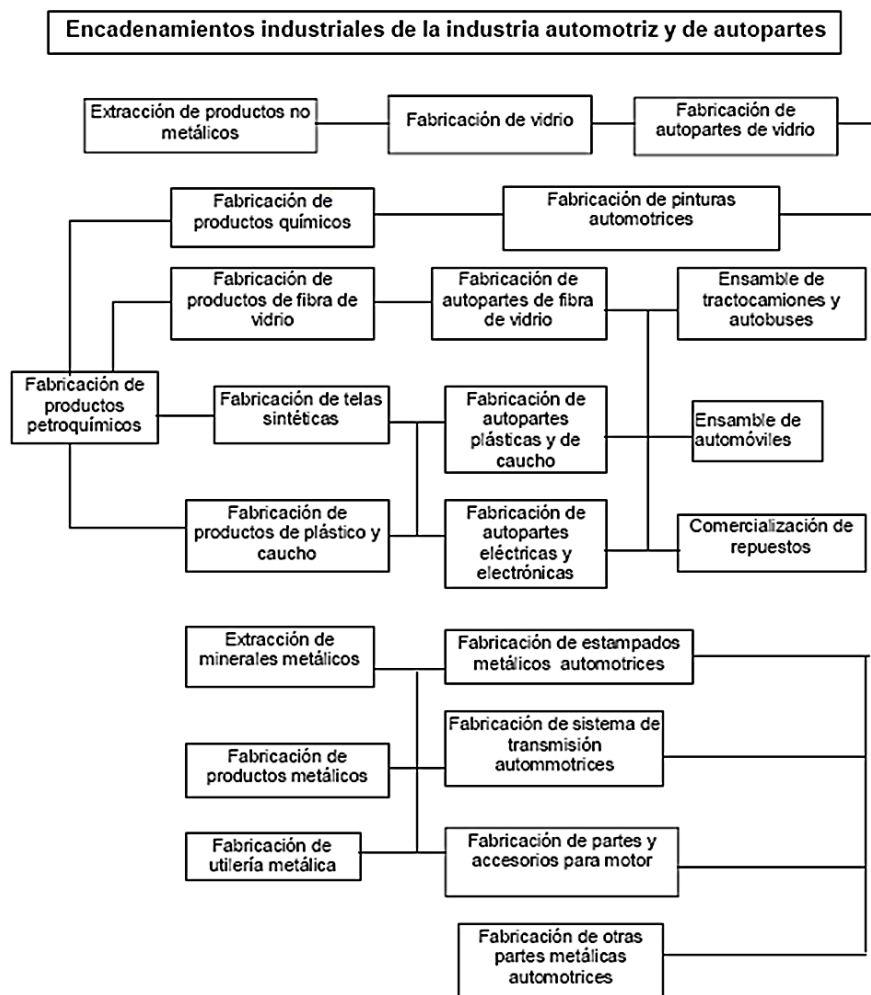


Figura 28. Diagrama de proceso del CIU 293. Fabricación de partes, piezas (autopartes) y accesorios (lujos) para vehículos automotores



3.1.12 División 30: Fabricación de otros tipos de equipo de transporte

En esta división se incluye la fabricación de equipos de transporte tales como: la construcción de barcos y botes, la fabricación de material rodante para ferrocarriles y locomotoras, la fabricación de otros tipos de transporte como motocicletas, la fabricación de aeronaves y naves espaciales y la fabricación de sus partes y accesorios.

3.1.13 División 31: Fabricación de muebles, colchones y somieres

En esta división se incluye la fabricación de muebles y productos relacionados de cualquier material excepto piedra, hormigón y cerámica. Los procesos utilizados en la fabricación de muebles son métodos estandarizados de conformación de materiales y ensamblado de componentes, incluyendo el corte, moldeado y laminado. El diseño de los artículos constituye un aspecto importante en su producción, en donde se tiene en cuenta la estética y sus características funcionales. Algunas de las actividades desarrolladas en la fabricación de muebles son similares a las utilizadas en otras industrias manufactureras. Por ejemplo, las operaciones de corte y ensamblaje hacen parte del proceso de producción de armazones de madera que están clasificados en la división 16, «Transformación de la madera y fabricación de productos de madera y de corcho, excepto muebles; fabricación de artículos de cestería y espartería». Sin embargo, la multiplicidad de las actividades de producción distingue la fabricación de muebles de madera de la fabricación de otros productos de madera. Del mismo modo, en la fabricación de muebles de metal se utilizan técnicas similares, así como en la fabricación de productos formados y laminados clasificados en la división 25 «Fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo». El proceso de moldeado para muebles de plástico es similar al moldeado de otros productos plásticos; sin embargo, la fabricación de muebles de plástico tiende a ser una actividad especializada.

Tabla 29. Estructura del CIU 31

DIVISIÓN		Clase
31 FABRICACIÓN DE MUEBLES, COLCHONES Y SOMIERES	311 Fabricación de muebles	3110 fabricación de muebles
	312	3120 Fabricación de colchones y somieres

Figura 29. Diagrama de proceso del CIU 311. Fabricación de muebles

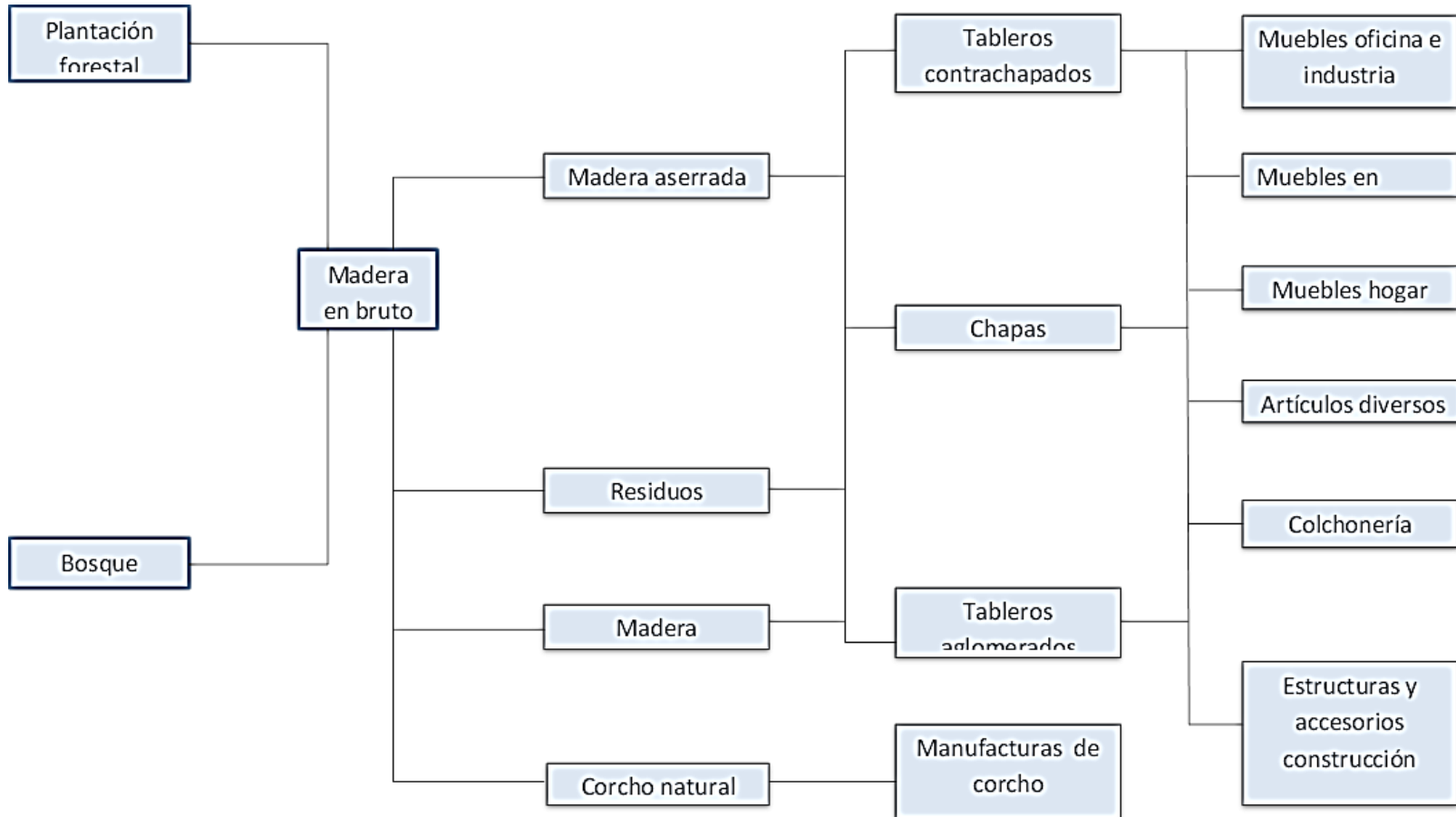
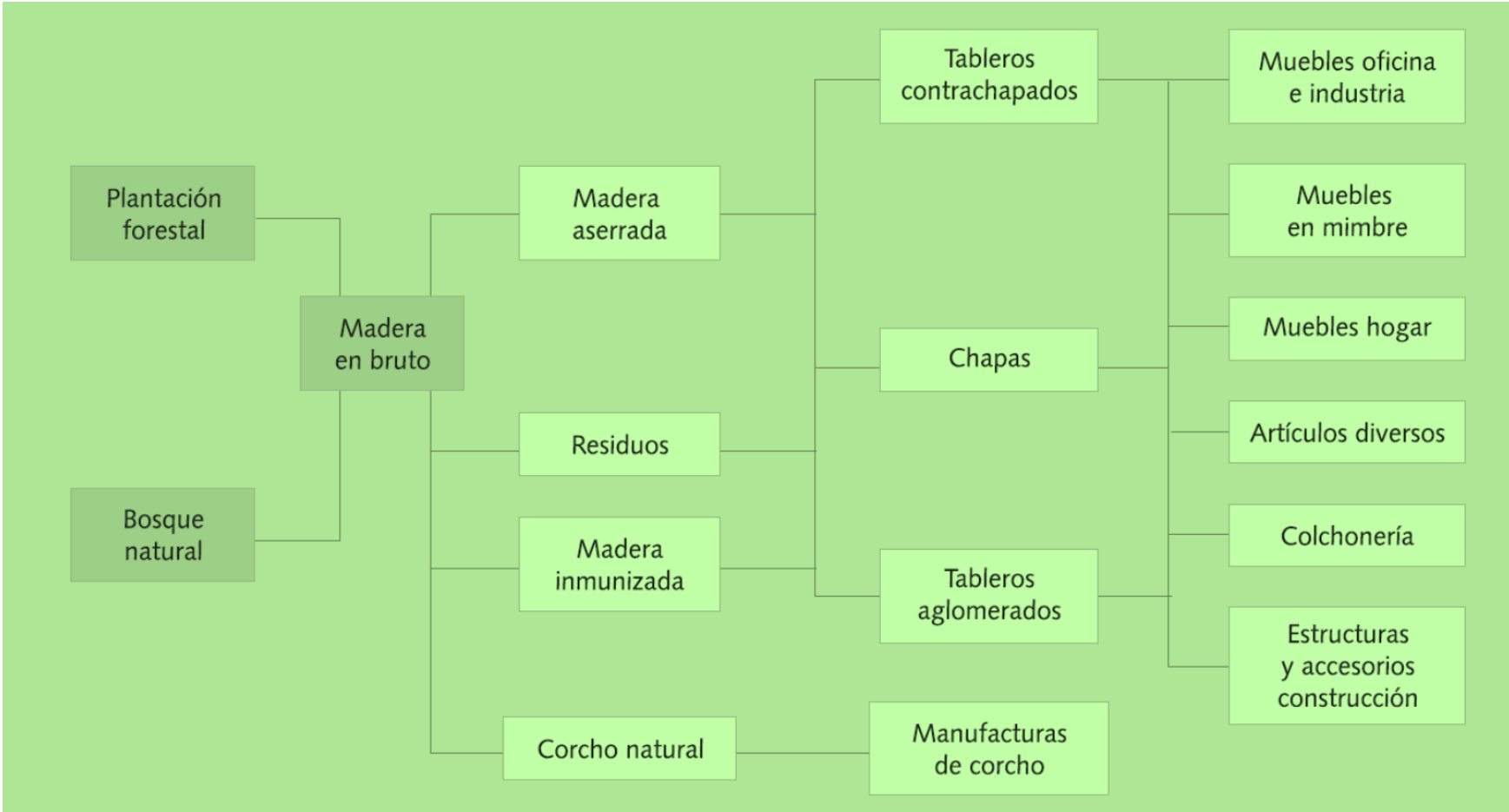


Figura 30. Diagrama de proceso del CIU 31. Fabricación de muebles, colchones y somieres



3.2 PROCESOS Y TECNOLOGÍAS

La evaluación de los procesos y tecnologías encontrados en la industria nacional y la descripción de la tendencia internacional se da en el volumen 2 de este informe, en este documento se relaciona el desarrollo tecnológico en dos categorías principales, procesos eléctricos y procesos térmicos, en el primero se trata en detalle los procesos y tecnologías en fuerza motriz, iluminación y chiller's, en los procesos térmicos se detalla en este análisis, las calderas, los hornos y procesos en las industrias del vidrio, cemento, ladrillo, siderúrgica y curado.

4. ANÁLISIS ENERGÉTICO A PARTIR DE INFORMACIÓN SECUNDARIA

Para efectos del análisis de información secundaria se consideran las siguientes bases de datos:

- Balances energéticos de la UPME
- Encuesta Anual Manufacturera de la DIAN
- Sistema Único de Información de la SSPD
- Consumos de energía eléctrica usuarios no regulados de XM
- Consumos de Gas natural de Concentra

Se analiza la información desde 2008 hasta diciembre de 2013, en los casos donde aplique.

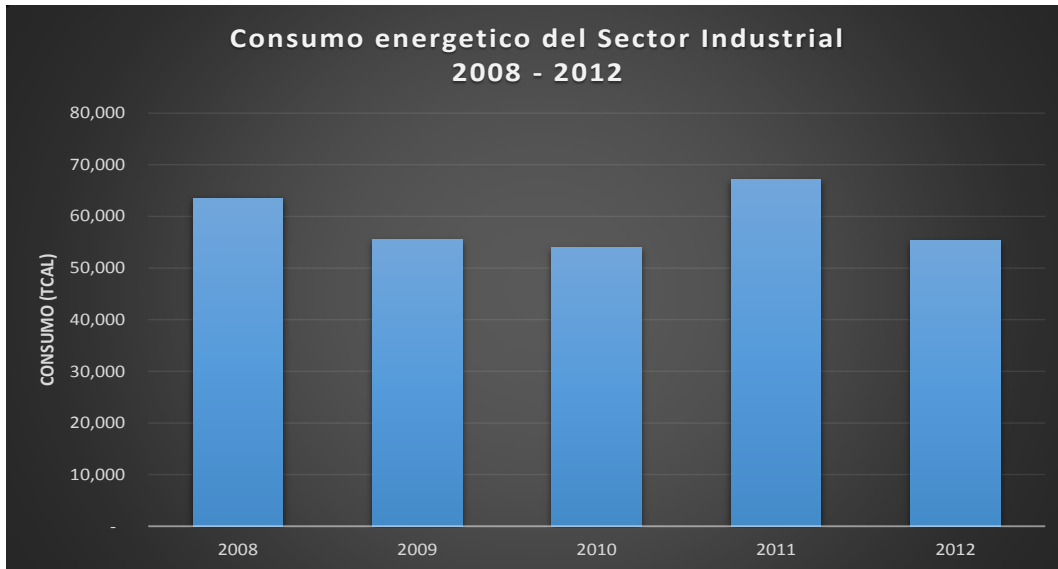
4.1 BALANCES ENERGÉTICOS

Un balance energético consiste en la contabilización de los flujos de energía en cada una de las etapas de la cadena energética y las relaciones de equilibrio entre la oferta y la demanda, por las cuales la energía se produce, se intercambia con el exterior, se transforma y se consume; tomando como sistema de análisis el ámbito de un país o una región; y para un período determinado (generalmente un año).¹

A partir de los balances energéticos los cuales son realizados por la UPME, considera que el consumo energético del sector industrial para el año 2012 es de 55.283 TCAL, la figura siguiente muestra el consumo del sector desde 2008 hasta 2012 ya que este es el último año analizado por la UPME en 2014. Nótese el descenso en el consumo del año 2012 en comparación con el año 2011.

¹ 2011. OLADE. Tomado de. Manual de Estadísticas Energéticas

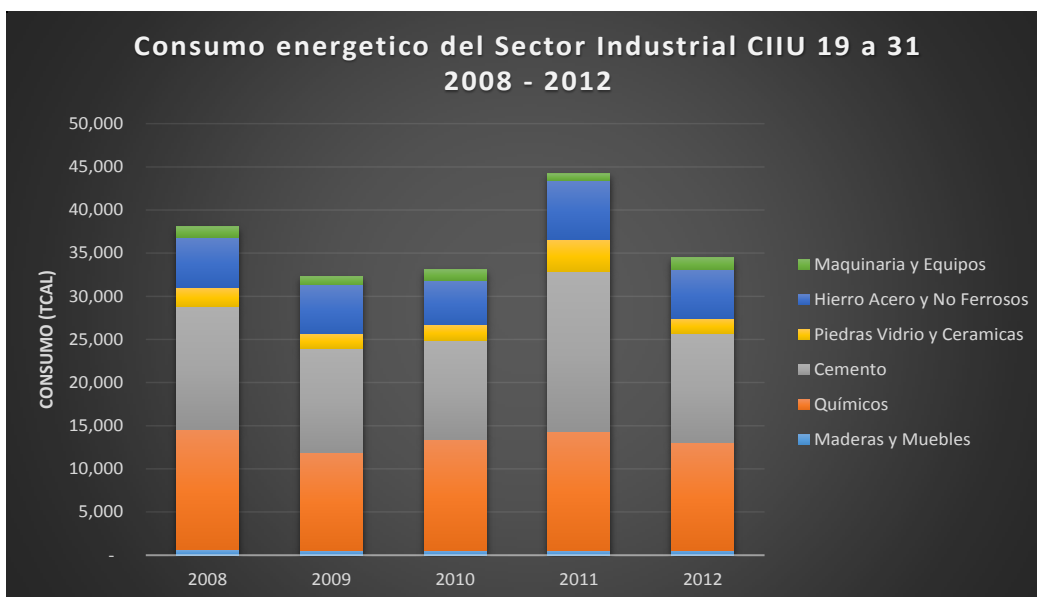
Figura 31. Consumo energético del sector industrial – año 2008 a 2012



Fuente: 2014. UPME. Balances Energéticos

De los balances energéticos de la UPME se analiza los consumos de energía eléctrica, gas natural, carbón mineral y diésel. La figura siguiente muestra el consumo energético de los CIU considerados en el estudio, nótese que el subsector cemento es el de mayor consumo de energía seguido por el sector químicos, estos dos sectores consumen cerca del 70% de la energía de los CIU 19 a 31.

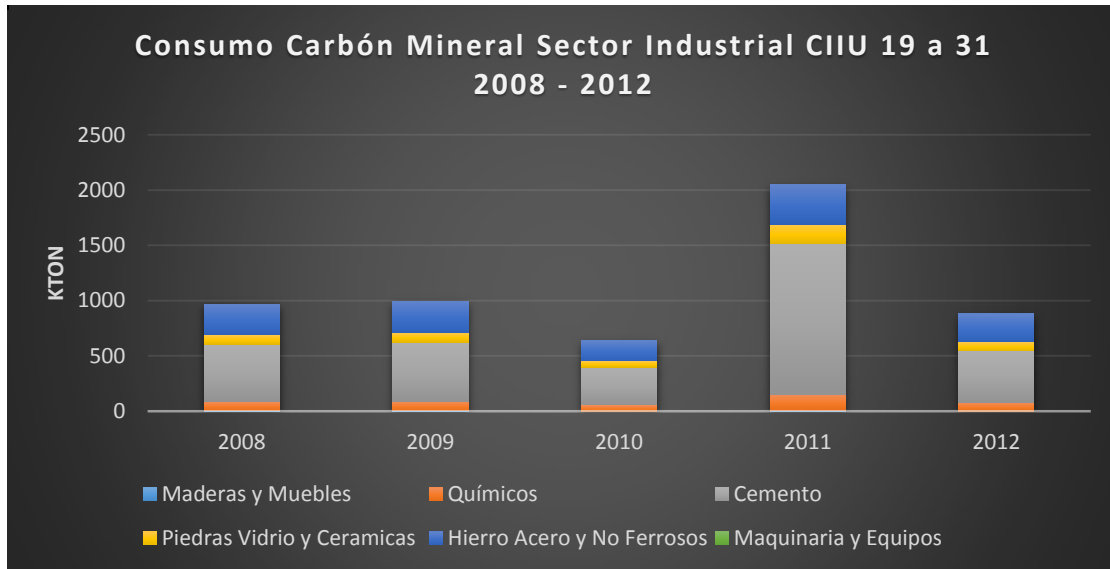
Figura 32. Consumo energético de los CIU 19 a 31



Fuente: 2014. UPME. Balances Energéticos

Del consumo específico de carbón mineral, el subsector cementos es de mayor consumo, seguido por el de hierro y aceros, la figura siguiente muestra el consumo de estos subsectores o grupos CIU desde 2008 a 2012.

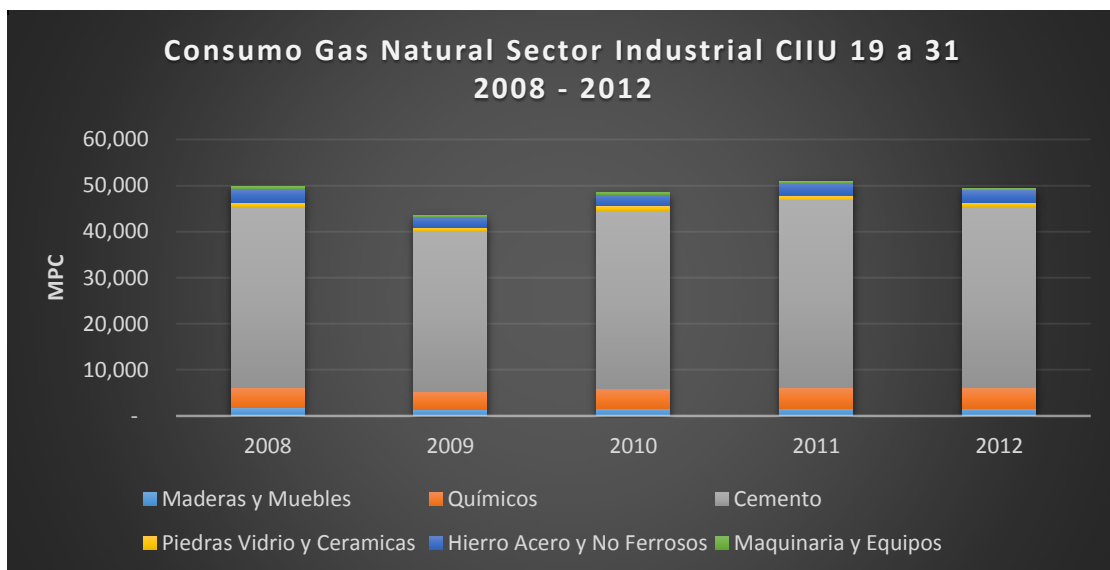
Figura 33. Consumo de carbón mineral de los CIU 19 a 31



Fuente: 2014. UPME. Balances Energéticos

Al igual que el carbón, el subsector cemento es el de mayor consumo de gas natural, seguido por el sector de químicos.

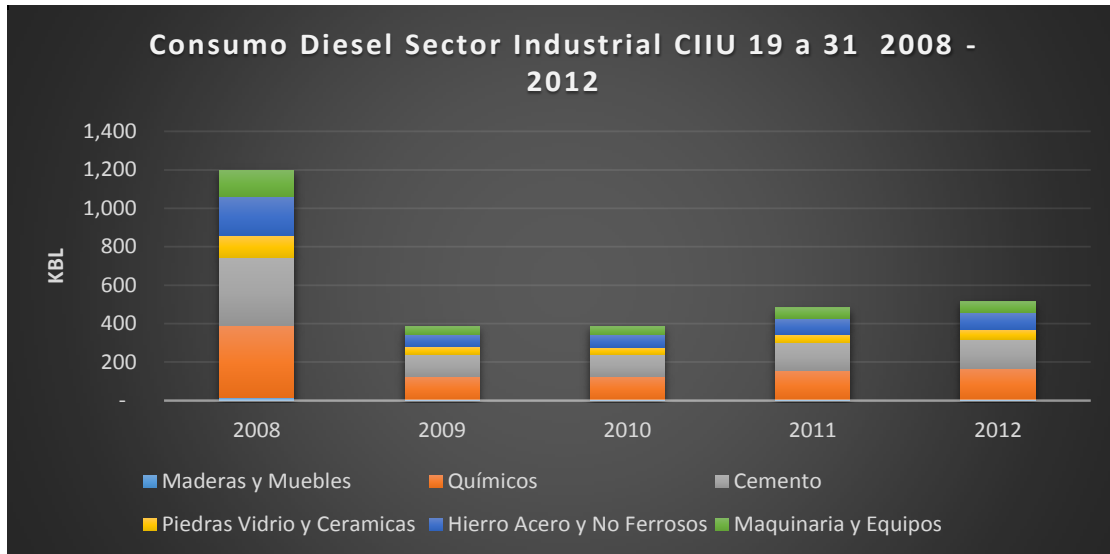
Figura 34. Consumo de gas natural de los CIU 19 a 31



Fuente: 2014. UPME. Balances Energéticos

El consumo de Diésel, descendió notablemente después de 2008, pasando de un consumo en 2008 de 1200 kBl a 400 kBl en 2009, el mayor consumidor es el subsector de químicos, seguido de cemento y el de hierro, acero y no ferrosos.

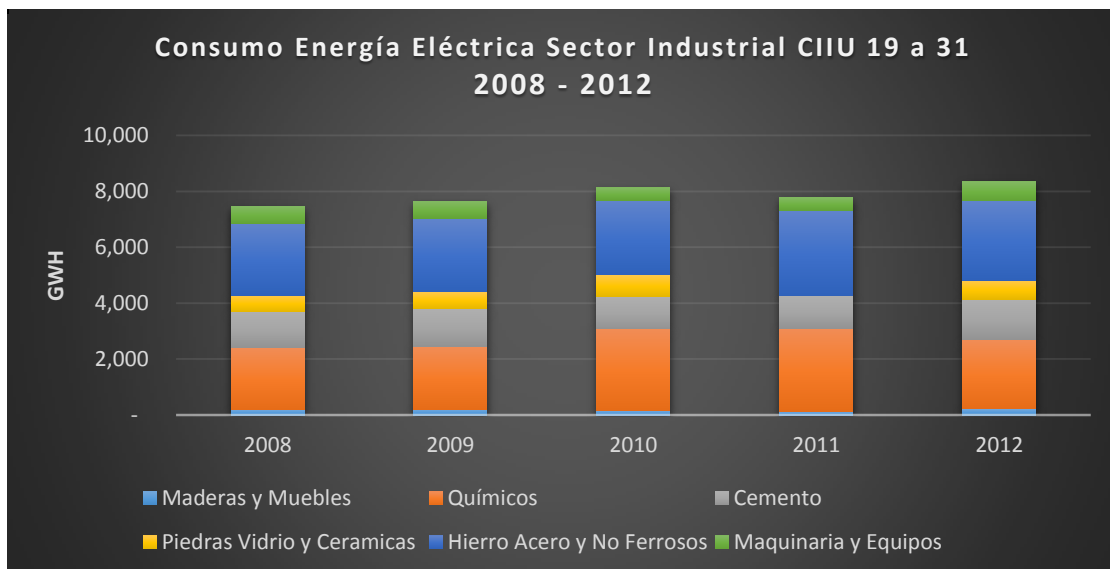
Figura 35. Consumo de Diésel de los CIU 19 a 31



Fuente: 2014. UPME. Balances Energéticos

En cuanto al consumo de energía eléctrica, el subsector de hierros, acero y no ferrosos es el de mayor consumo, seguido por el subsector químicos y cemento. La figura siguiente muestra este consumo de 2008 a 2012.

Figura 36. Consumo de energía eléctrica de los CIU 19 a 31



Fuente: 2014. UPME. Balances Energéticos

4.2 ENCUESTA ANUAL MANUFACTURERA

La Encuesta Anual Manufacturera ha sido diseñada, organizada y estructurada con el fin de asegurar la obtención de la información básica del sector fabril que permita el conocimiento de su estructura, características y evolución.²

Esta encuesta es aplicada a establecimientos con diez o más personas ocupadas o que en su defecto registren un valor de producción anual mínimo (fijado en 65 millones para el año 1992, e incrementado desde entonces por el IPP).

Para realizar la encuesta, el DANE considera como universo de estudio un directorio industrial conformado por directorios de agremiaciones como ANDI, ACOPI, Cámaras de Comercio y registros administrativos de PILA.

La tabla siguiente resume los resultados de establecimientos, producción y consumo de energía para el total de la industria manufacturera y los CIU objetos del estudio.

Tabla 30. Número de establecimientos, producción y consumo de energía eléctrica de los CIU 19 a 31

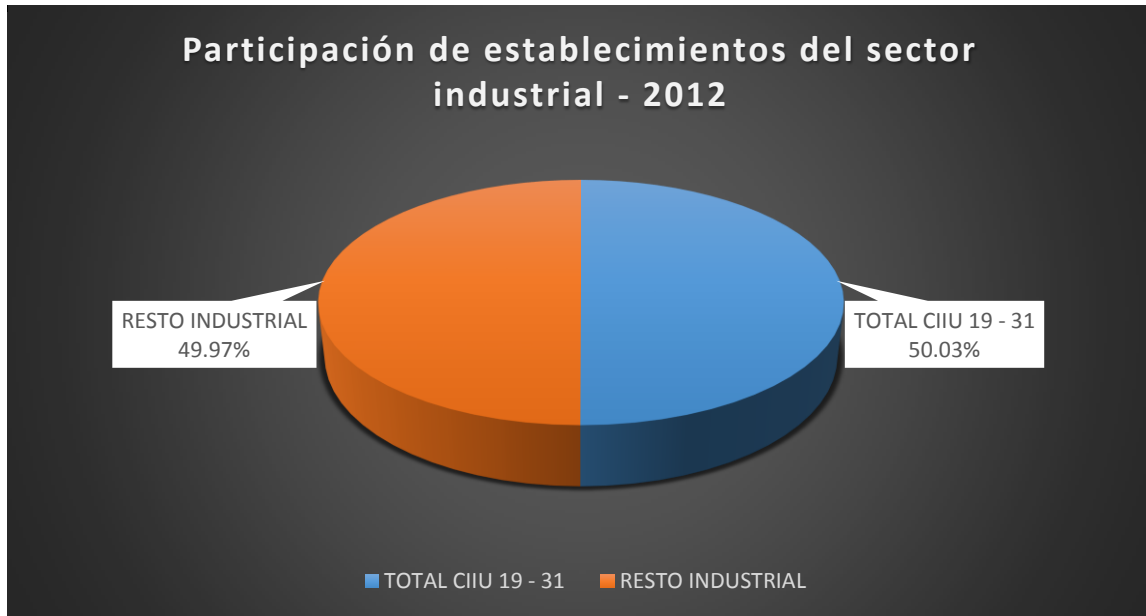
DIVISIÓN INDUSTRIAL	NUMERO DE ESTABLECIMIENTOS	PRODUCCION BRUTA (mil de pesos)	ENERGIA ELECTRICA CONSUMIDA (kWh)	NUMERO DE ESTABLECIMIENTOS	PRODUCCION BRUTA	ENERGIA ELECTRICA CONSUMIDA (KWH)
19	116	\$ 44,573,452,838	893,166,160	2.50%	37.26%	9.87%
20	602	\$ 20,185,036,167	1,629,550,819	12.99%	16.87%	18.00%
21	214	\$ 4,608,881,147	174,271,086	4.62%	3.85%	1.93%
22	765	\$ 7,945,697,176	1,156,271,120	16.51%	6.64%	12.78%
23	490	\$ 10,176,795,551	1,851,468,468	10.58%	8.51%	20.46%
24	178	\$ 10,572,706,310	2,546,965,917	3.84%	8.84%	28.14%
25	730	\$ 4,454,825,490	266,578,296	15.76%	3.72%	2.95%
26	44	\$ 216,408,456	6,137,497	0.95%	0.18%	0.07%
27	203	\$ 4,053,721,835	190,707,525	4.38%	3.39%	2.11%
28	545	\$ 2,424,824,859	87,441,243	11.76%	2.03%	0.97%
29	196	\$ 6,077,548,497	123,324,355	4.23%	5.08%	1.36%
30	57	\$ 2,043,080,456	27,042,662	1.23%	1.71%	0.30%
31	493	\$ 2,294,484,922	97,650,756	10.64%	1.92%	1.08%
TOTAL CIU 19 - 31	4,633	\$ 119,627,463,704	9,050,575,904			
TOTAL NACIONAL	9,260	\$ 197,717,103,975	15,044,116,391			
PARTICIPACIÓN	50.03%	60.50%	60.16%			

Fuente: 2014. DANE. EAM 2012

De lo anterior se concluye que los CIU objetos del estudio (CIU 19 a 31), participan con el 50.03% de los establecimientos, 60,50% de la producción bruta y el 60,16 del consumo de energía eléctrica. Las figuras siguientes muestran gráficamente estos resultados.

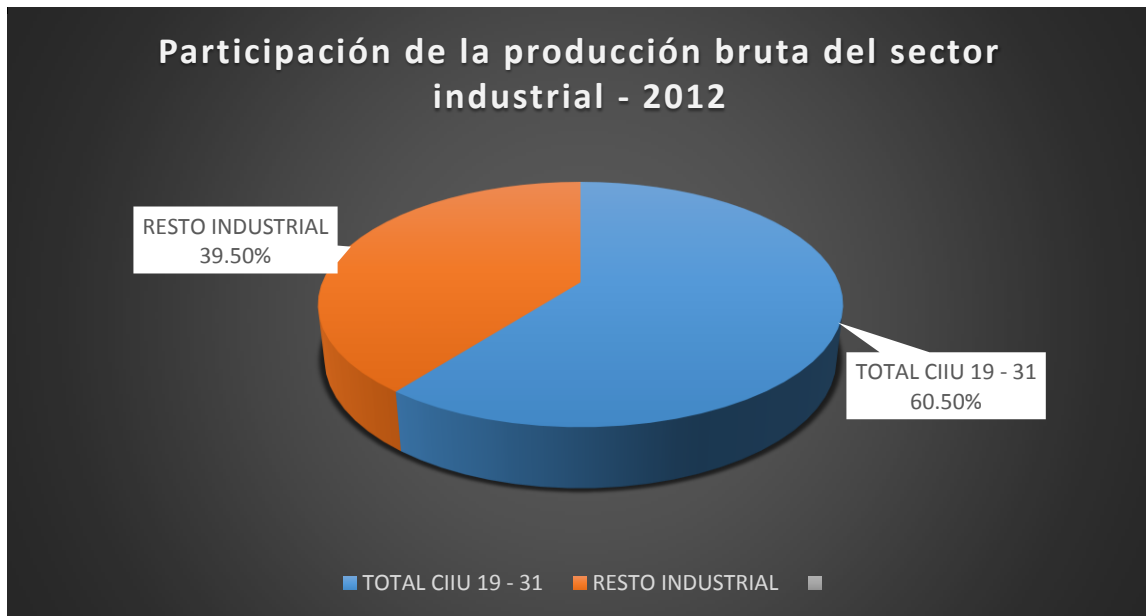
² 2011. DANE. Tomado de METODOLOGÍA DE LA ENCUESTA ANUAL MANUFACTURERA-EAM

Figura 37. Participación de establecimientos del sector industrial – año 2012



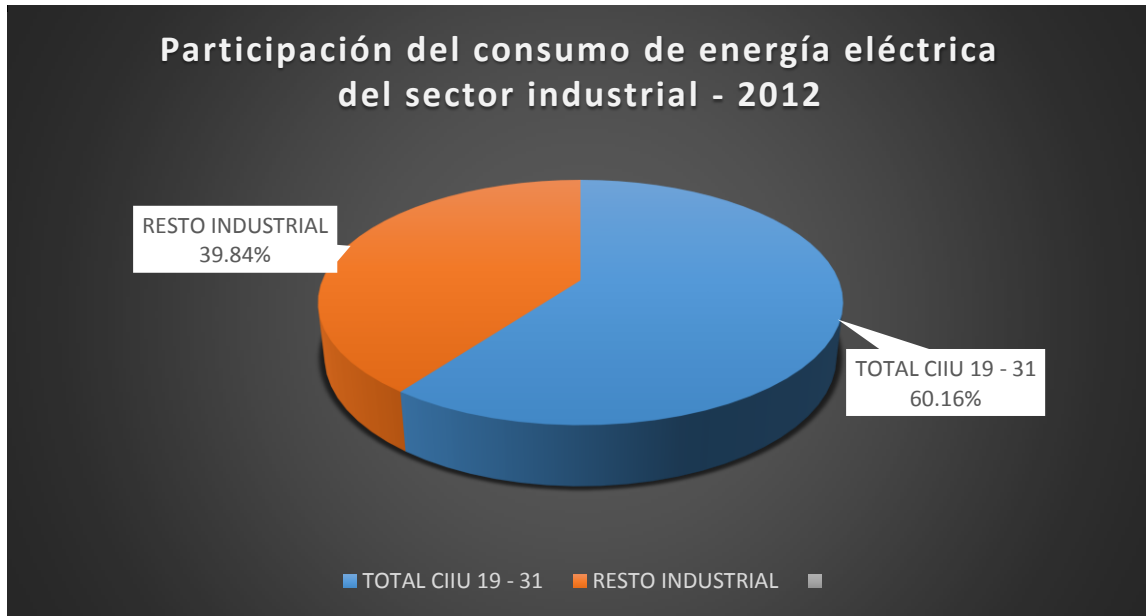
Fuente: 2014. DANE. EAM 2012

Figura 38. Participación de establecimientos de la producción bruta del sector industrial – año 2012



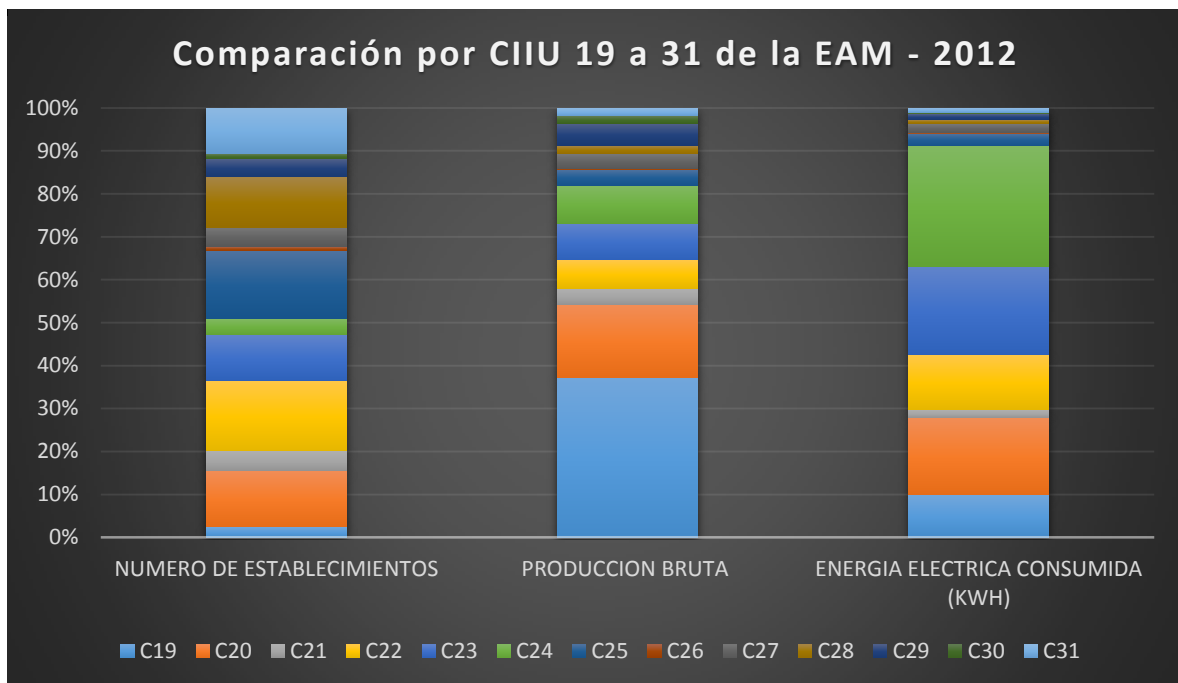
Fuente: 2014. DANE. EAM 2012

Figura 39. Participación del consumo de energía eléctrica del sector industrial – año 2012



Fuente: 2014. DANE. EAM 2012

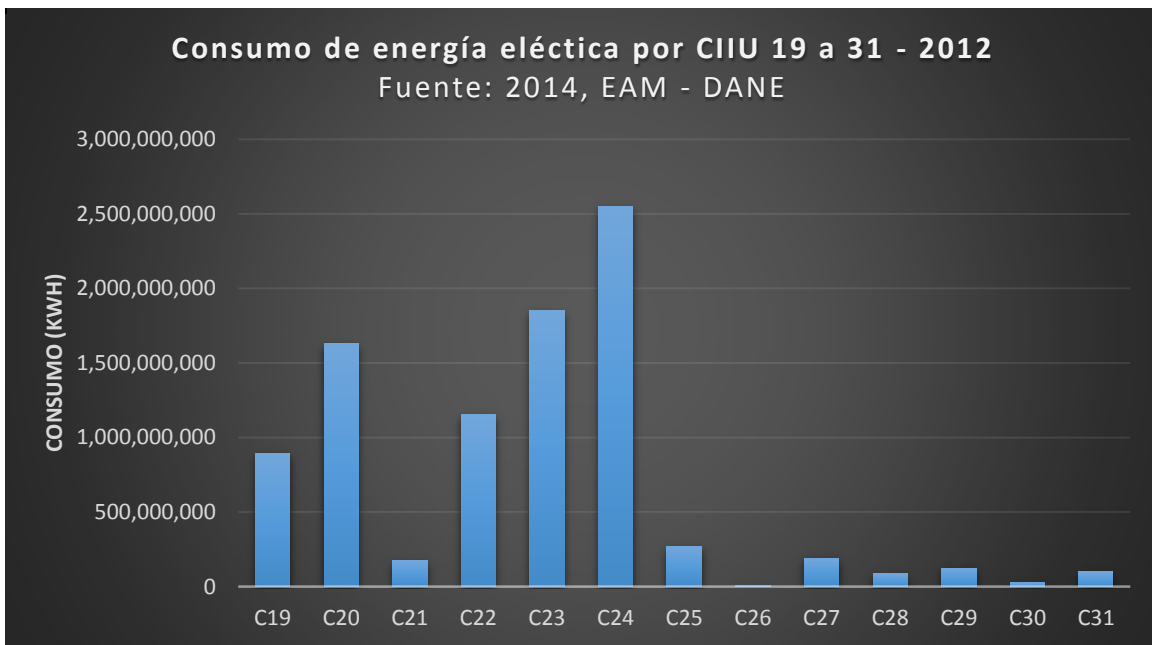
Figura 40. Comparación de establecimientos, producción bruta y energía eléctrica consumida por los CIU 19 a 31



Fuente: 2014. DANE. EAM 2012

De la figura anterior se puede observar que el CIU con mayor participación de establecimientos es el 22 (Fabricación de productos de caucho y de plástico), seguido por el 25 (Fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo) y 20 (Fabricación de sustancias y productos químicos), en cuanto a producción, el CIU 19 (Coquización, fabricación de productos de la refinación del petróleo y actividad de mezcla de combustibles) es el de mayor generación de ingresos, seguido por los CIU 20 (Fabricación de sustancias y productos químicos) y 23 (Fabricación de otros productos minerales no metálicos), en cuanto a consumo de energía eléctrica, el mayor consumidor es el CIU 24 (Fabricación de productos metalúrgicos básicos), seguido de los CIU 23 (Fabricación de otros productos minerales no metálicos) y 20 (Fabricación de sustancias y productos químicos). La figura siguiente muestra el consumo de energía eléctrica por CIU 19 a 31.

Figura 41. Consumo de energía eléctrica por CIU 19 a 31



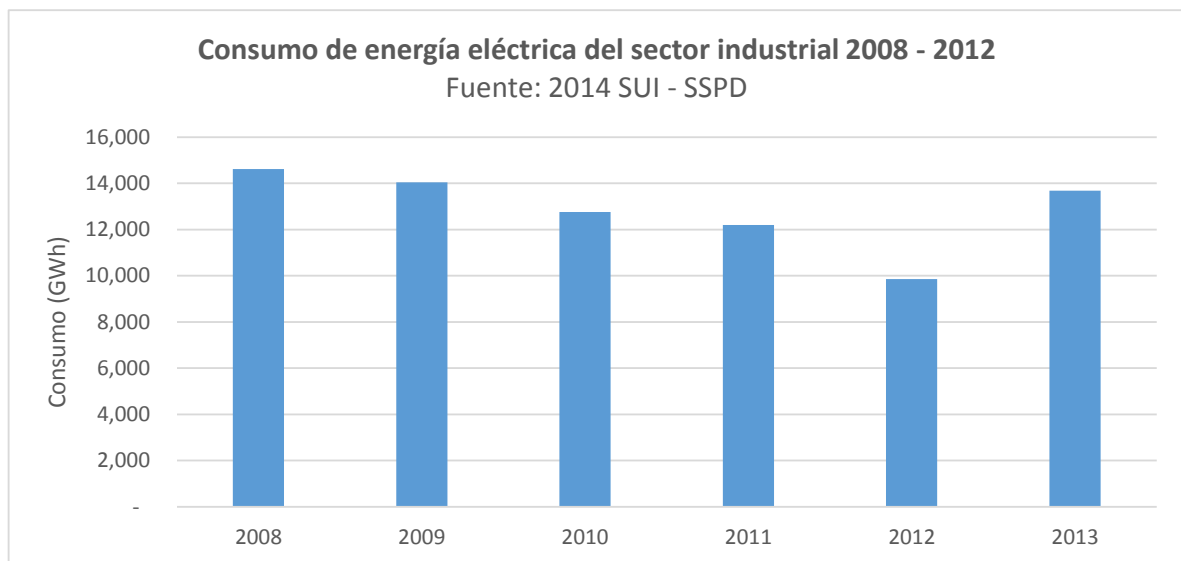
Fuente: 2014. DANE. EAM 2012

4.3 SISTEMA ÚNICO DE INFORMACIÓN

La Superintendencia de Servicios Públicos tiene la responsabilidad de establecer, administrar, mantener y operar el Sistema Único de Información para los Servicios Públicos, SUI, de conformidad con lo establecido en la Ley 689 de 2001. El sistema centraliza las necesidades de información de las Comisiones de Regulación, los Ministerios y demás organismos gubernamentales que intervienen en la prestación de servicios públicos. El SUI es un sistema suprainstitucional que busca eliminar asimetrías de información, y la duplicidad de esfuerzos. Así mismo, garantiza la consecución de datos completos, confiables y oportunos permitiendo el cumplimiento de las funciones misionales, en beneficio de la comunidad.³

La figura siguiente muestra el consumo de energía eléctrica del sector industrial, esta información es menor que lo reportado tanto por balances energéticos como lo reportado en la encuesta anual manufacturera.

Figura 42. Consumo de energía eléctrica del sector industrial reportado al SUI

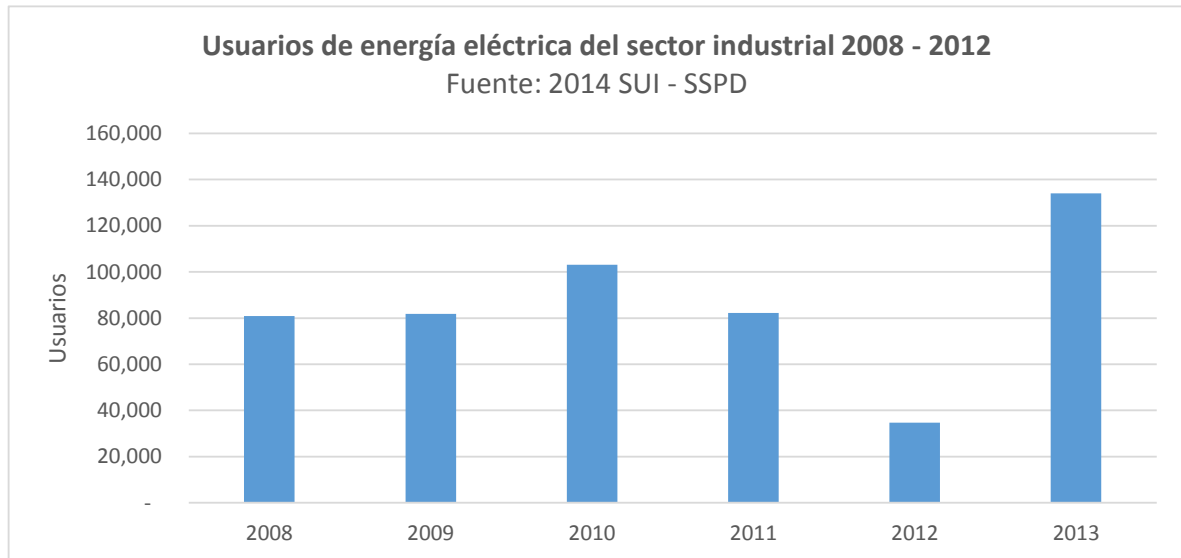


Fuente: 2014. SUI – SSPD

En cuanto a los usuarios reportado por las empresas al SUI, esta cifra es muy superior, y no presenta uniformidad a lo largo del periodo de 2008 a 2013, es decir en 2012 se reporta cerca de 38.000 usuarios y en 2013 se reporta 133.900 usuarios en el sector industrial, lo cual presenta un incremento del 350%, mientras que el consumo de energía no se representa este incremento exagerado.

³ 2014. SSPD. Tomado de <http://www.sui.gov.co/suibase/acerca/acerca.htm>

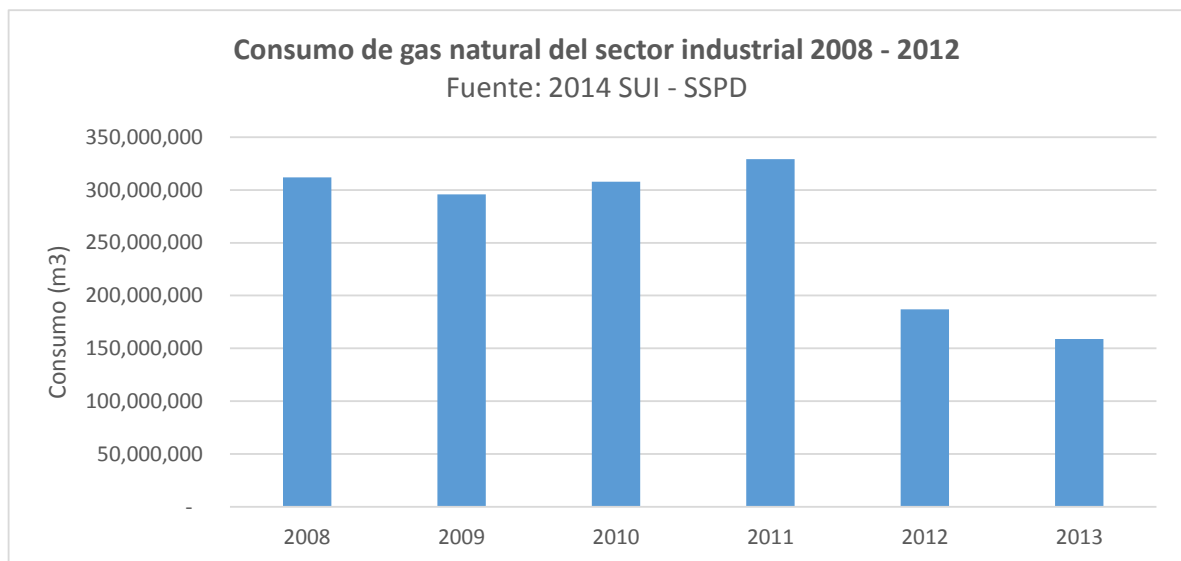
Figura 43. Usuarios de energía eléctrica del sector industrial reportados al SUI



Fuente: 2014. SUI – SSPD

La figura siguiente muestra el consumo de gas natural en el sector industrial, cabe notar la reducción de cerca de 150 millones de m³ de 2011 a 2012, y en 2013 sigue esta disminución.

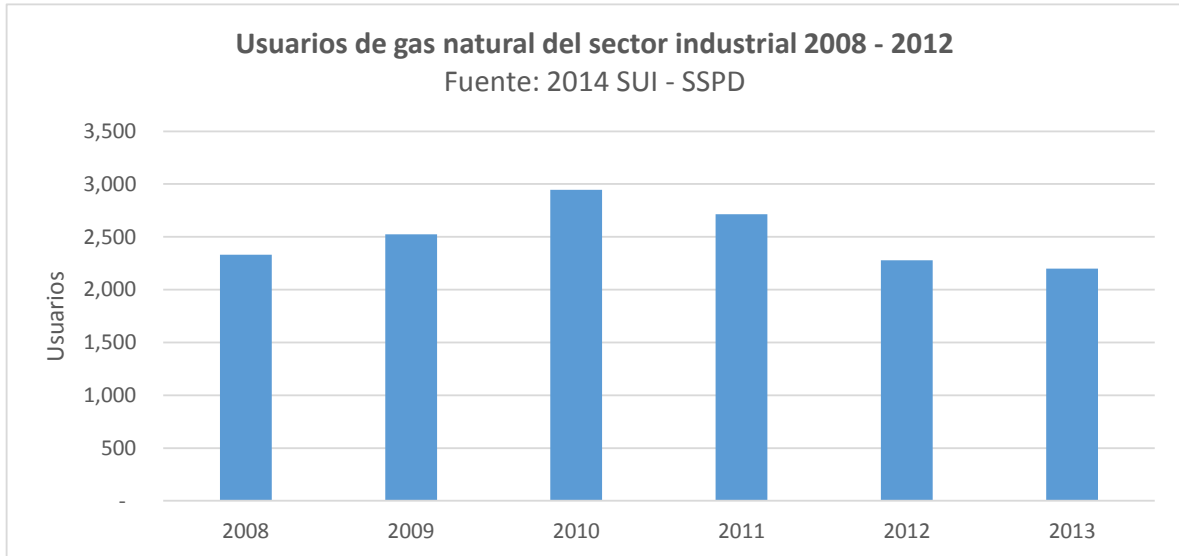
Figura 44. Consumo de gas natural del sector industrial reportado al SUI



Fuente: 2014. SUI – SSPD

La figura siguiente muestra los usuarios de gas natural del sector industrial reportado por las comercializadoras al SUI.

Figura 45. Usuarios de gas natural del sector industrial reportados al SUI



Fuente: 2014. SUI – SSPD

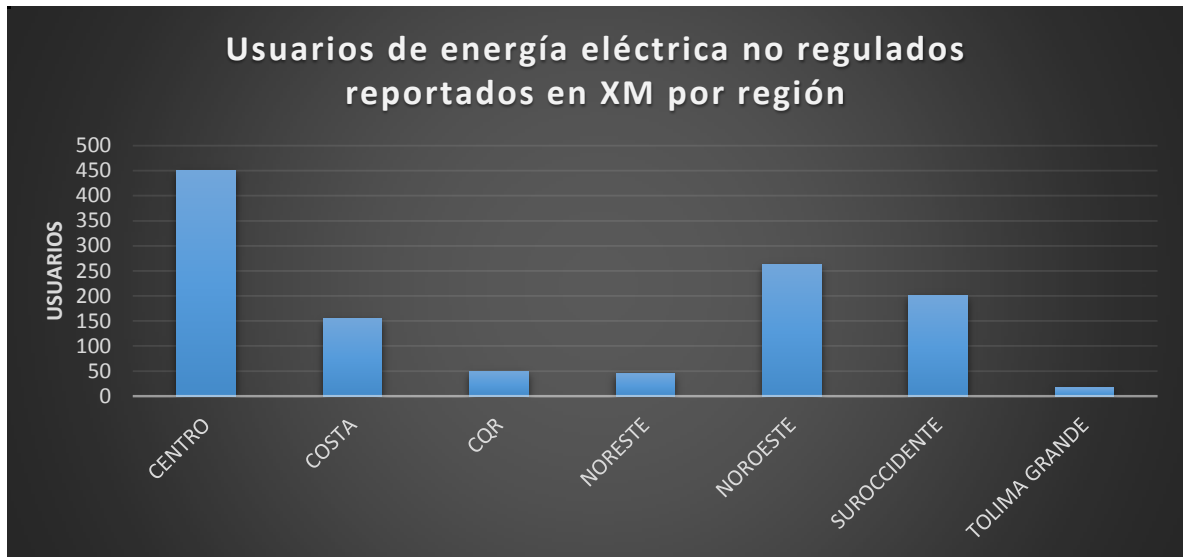
4.4 XM - CONSUMOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA USUARIOS NO REGULADOS

XM administra el Mercado de Energía Mayorista de Colombia –MEM-. Atiende las transacciones comerciales de aproximadamente 150 agentes a quienes prestan los servicios:

- Registro de las fronteras, es decir, los sistemas de medida de consumo de energía, su ubicación y su representante.
- Liquidación y facturación de los intercambios de energía resultantes entre los agentes generadores y comercializadores del mercado, que venden y compran en la bolsa de energía.
- Recaudo del dinero producto de las transacciones en Bolsa, y las Transacciones internacionales de Electricidad. Así como, el recaudo de los servicios por transmisión nacional y regional para entregarlos a los agentes transmisores y distribuidores por el uso de sus redes.

La figura siguiente muestra los usuarios no regulados de los CIU 19 a 21, por región. La región centro reúne la mayor cantidad de usuarios, seguido por la región noroeste y suroccidente.

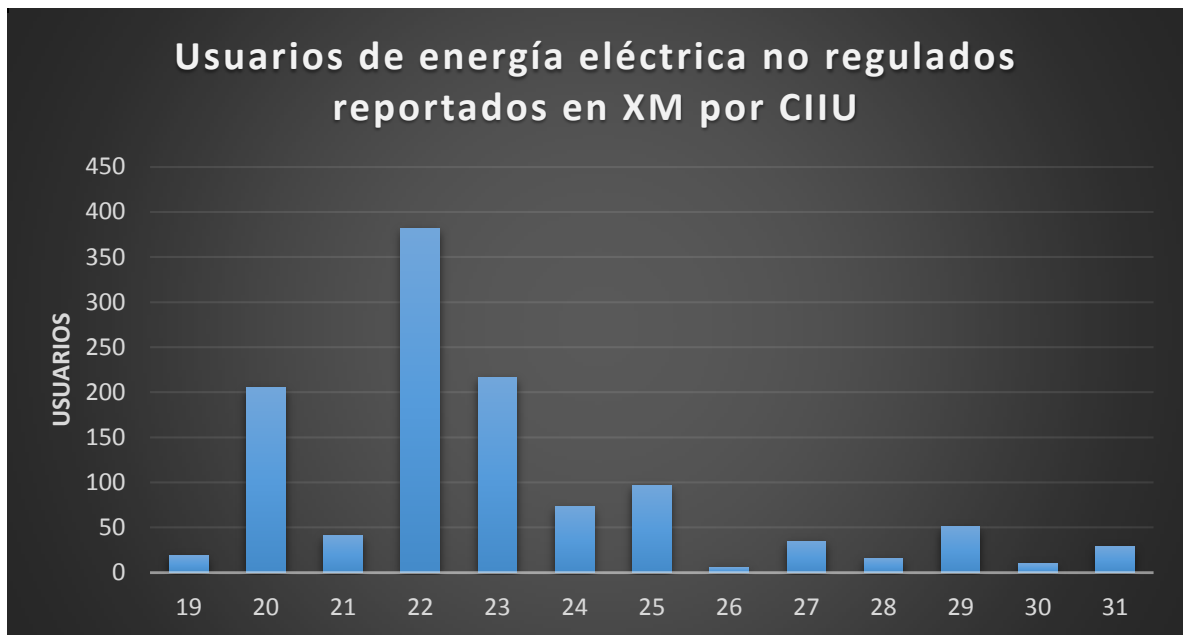
Figura 46. Usuarios de energía eléctrica no regulados reportados por XM de los CIU 19 a 31 por región



Fuente: 2014. XM

De los usuarios reportados en XM, el CIU 22 (Fabricación de productos de caucho y de plástico) incluye la mayor cantidad, seguido por los CIU 23 (Fabricación de otros productos minerales no metálicos) y 20 (Fabricación de sustancias y productos químicos).

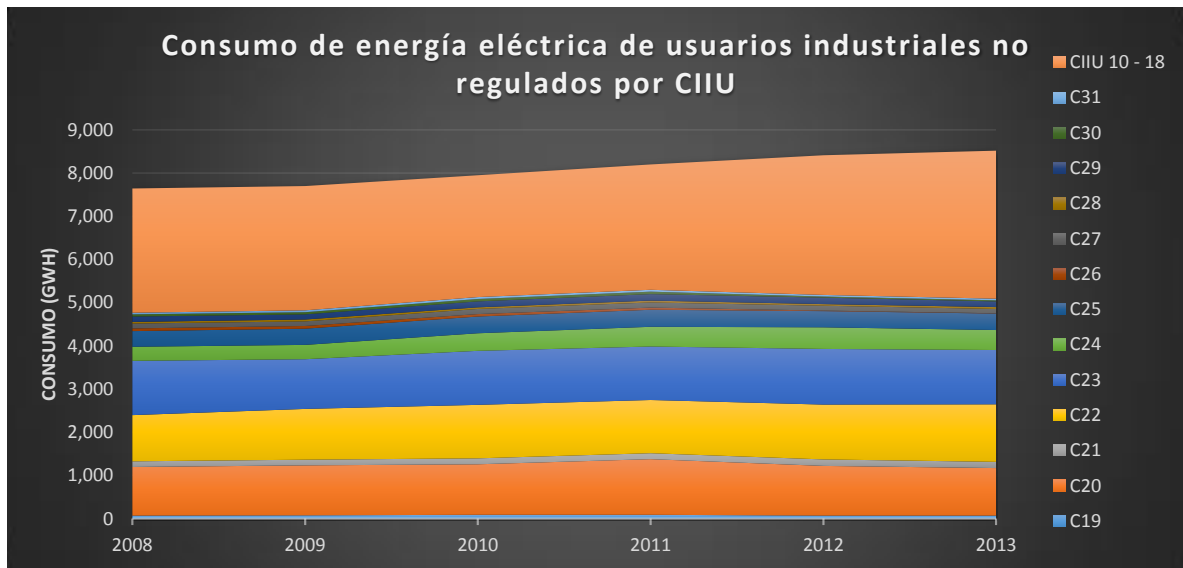
Figura 47. Usuarios de energía eléctrica no regulados reportados en XM por CIU 19 a 31



Fuente: 2014. XM

En cuanto al consumo de energía eléctrica, los CIU 19 a 31 consumen el cerca del 58% del total de la energía transada, de los CIU objeto del estudio los sectores 23, 22 y 20 son los de mayor consumo. La figura siguiente muestra el consumo por CIU desde 2008 a 2013.

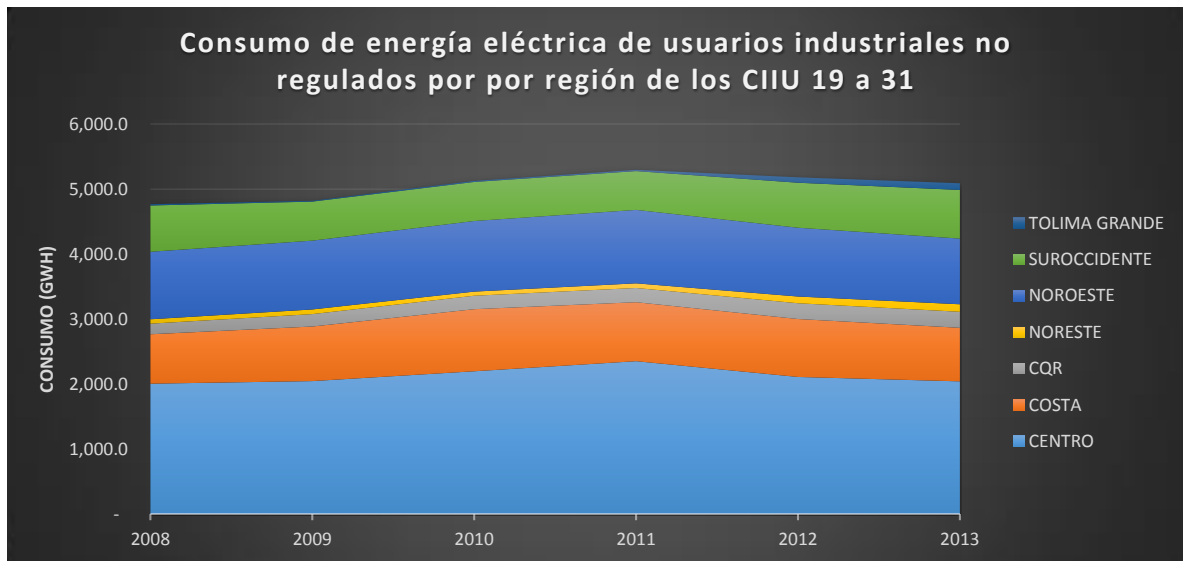
Figura 48. Consumo de energía eléctrica de los usuarios industriales no regulados por CIU



Fuente: 2014. XM

La región Centro es la de mayor consumo de energía eléctrica, seguido por la región noreste y costa.

Figura 49. Consumo de energía eléctrica de los usuarios industriales no regulados CIU 19 a 31 por región



Fuente: 2014. XM

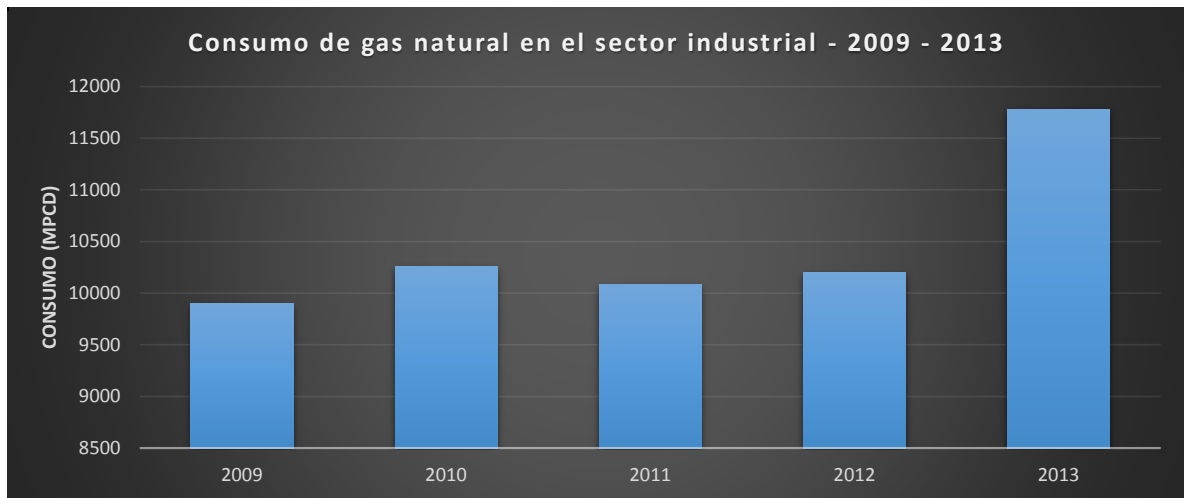
4.5 CONCENTRA - CONSUMOS DE GAS NATURAL

Concentra es una iniciativa de las empresas del sector de Gas Natural que desarrolla las funciones de crear y administrar, un Sistema de Información que responda a las necesidades del sector de Gas Natural.

La información integrada en el sistema permite monitorear el comportamiento y tendencias del sector en materia de producción, transporte, distribución y consumo, con lo cual los agentes pueden tomar decisiones sectoriales de forma oportuna y eficiente.

A partir de información de Concentra se elabora la siguiente figura, se muestra el consumo de gas natural en el sector industrial, nótese el incremento en el consumo en 2013

Figura 50. Consumo de gas natural en el sector residencial reportado por Concentra años 2009 a 2013



Fuente: 2014. Concentra

Concentra además ha iniciado en sus reportes el consumo por industrias manufactureras, la tabla y figura, siguientes muestran estos consumos desde enero hasta abril de 2014.

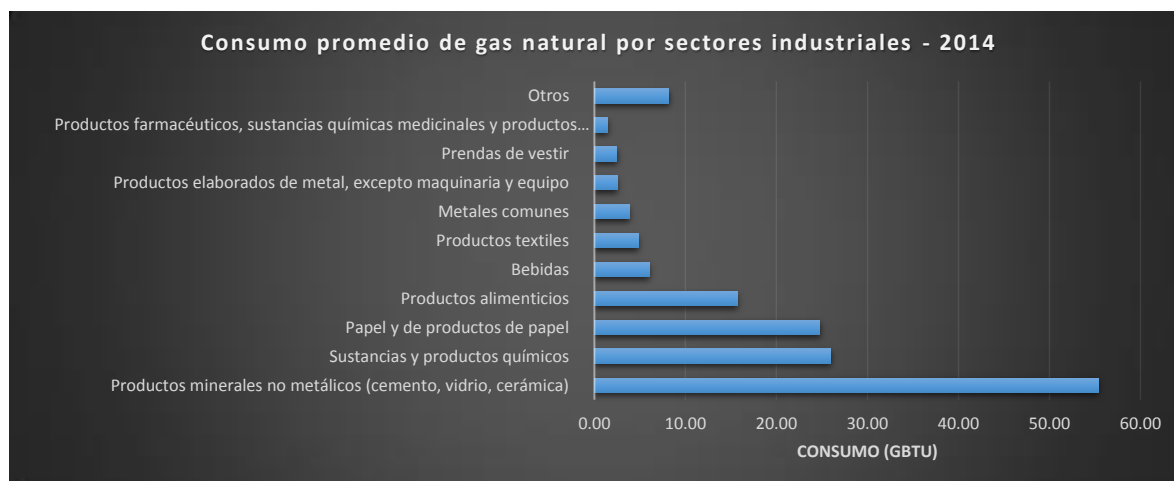
Tabla 31. Consumo de gas natural por industria manufacturera

SECTOR	(GBTUD)				
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Promedio
Productos minerales no metálicos (cemento, vidrio, cerámica)	65.85	49.11	53.11	53.35	55.36
Sustancias y productos químicos	26.66	24.91	26.98	25.27	25.96
Papel y de productos de papel	25.24	25.13	24.78	23.91	24.77
Productos alimenticios	17.49	15.78	14.76	14.8	15.71
Bebidas	6.45	5.55	5.92	6.17	6.02
Productos textiles	4.4	5.09	4.79	5.09	4.84
Metales comunes	4.45	3.91	3.36	3.52	3.81
Productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo	2.5	2.54	2.56	2.31	2.48
Prendas de vestir	2.27	2.61	2.36	2.41	2.41
Productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos de uso farmacéutico	1.33	1.49	1.5	1.52	1.46
Otros	6.83	9.65	7.67	8.45	8.15
TOTAL	163.47	145.77	147.79	146.8	151.0

Fuente: 2014. Concentra

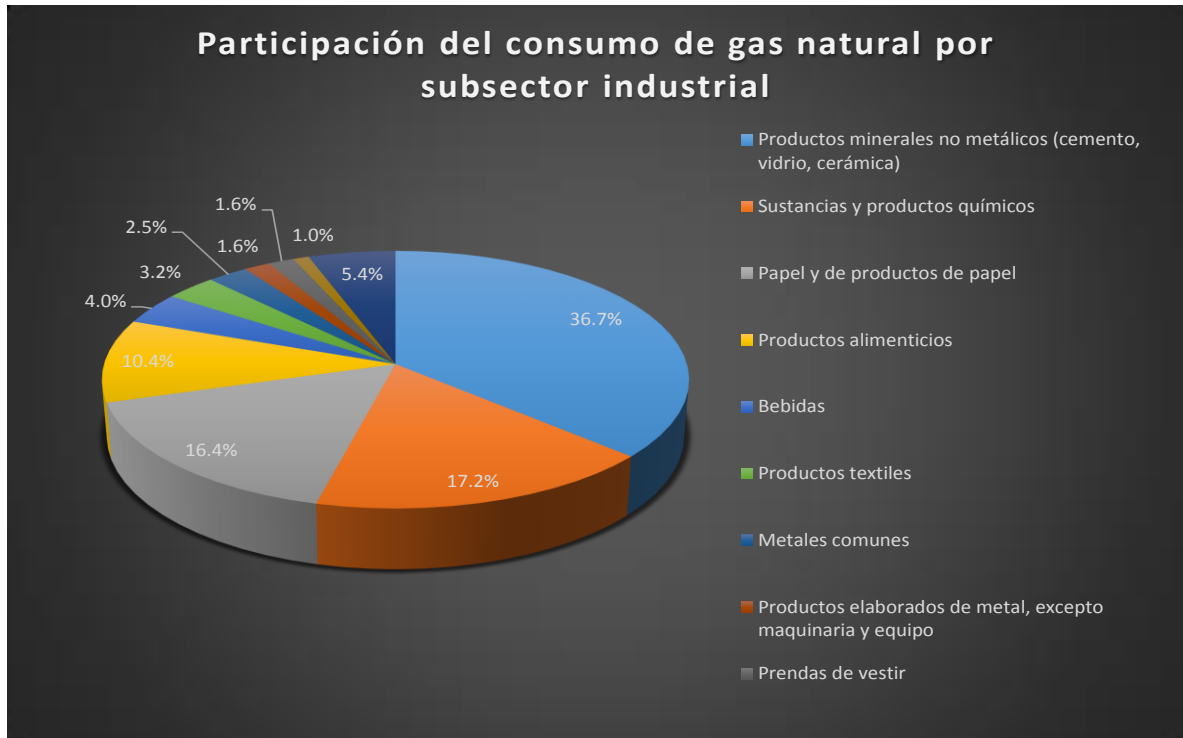
El subsector de mayor consumo de gas natural es el de productos minerales no metálicos, seguido por el de sustancias y productos químicos, las figuras siguientes muestran este consumo y su participación.

Figura 51. Consumo promedio de gas natural por subsectores industriales



Fuente: 2014. Concentra

Figura 52. Participación del consumo de gas natural por subsector industrial



Fuente: 2014. Concentra

5. DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES DE EXPANSIÓN

Con el fin de determinar los factores de expansión a nivel nacional por grupo y tamaño, con la premisa de que sean representativos a nivel nacional del consumo energético por CIU, se propone conformar a partir de fuentes primarias y secundarias, la base para poder calcular y determinar estos factores.

5.1 FUENTES DE INFORMACIÓN

Para el desarrollo del marco muestral y la determinación de un universo de empresas se consideraron tres fuentes de información las cuales se describen a continuación, en cuanto al consumo de energía eléctrica se toma como base los consumos reportados en la encuesta anual manufacturera y XM, en el tema de gas natural la fuente de información del consumo de este energético es Concentra, finalmente para el consumo de carbón la base parte de la información de los balances energéticos reportados por la UPME.

5.1.1 Establecimientos del sector industrial

5.1.1.1 Encuesta anual manufacturera año 2012 (EAM)

Encuesta aplicada a establecimientos con diez o más personas ocupadas o que en su defecto registren un valor de producción anual mínimo (fijado en 65 millones para el año 1992, e incrementado desde entonces por el IPP).

La última EAM disponible es del año 2012 la cual fue emitida por el DANE en junio del presente año, de la información de esta base de datos se puede concluir que 4.633 establecimientos pertenecen a los CIU objeto de este estudio, lo cual corresponde al 50%, estos establecimientos tienen una producción bruta cercana a los 119.627.463 millones de pesos lo cual equivale al 60.5% de la producción nacional del sector industrial, estos mismos establecimientos consumieron en 2012 9.051 GWh, lo cual corresponde al 60.2% del consumo de energía eléctrica del sector industrial.

Desde el punto de vista del consumo de energía y basados en los resultados de la EAM se puede asumir para el sector industrial una buena correlación entre energía consumida y producción. Por tanto se toma como base esta información para determinar el consumo total de energéticos a partir del número de establecimientos por CIU.

Tabla 32. Establecimientos y consumo de energía 2012

DIVISIÓN INDUSTRIAL	NUMERO DE ESTABLECIMIENTOS	PRODUCCIÓN BRUTA (miles de pesos)	ENERGÍA ELÉCTRICA CONSUMIDA (kWh)
C19	116	\$ 44,573,452,838	893,166,160
C20	602	\$ 20,185,036,167	1,629,550,819
C21	214	\$ 4,608,881,147	174,271,086
C22	765	\$ 7,945,697,176	1,156,271,120
C23	490	\$ 10,176,795,551	1,851,468,468
C24	178	\$ 10,572,706,310	2,546,965,917
C25	730	\$ 4,454,825,490	266,578,296
C26	44	\$ 216,408,456	6,137,497
C27	203	\$ 4,053,721,835	190,707,525
C28	545	\$ 2,424,824,859	87,441,243
C29	196	\$ 6,077,548,497	123,324,355
C30	57	\$ 2,043,080,456	27,042,662
C31	493	\$ 2,294,484,922	97,650,756
TOTAL CIU 19 - 31	4,633	\$ 119,627,463,704	9,050,575,904
RESTO INDUSTRIAL	4,627	\$ 78,089,640,271	5,993,540,487
TOTAL NACIONAL	9,260	\$ 197,717,103,975	15,044,116,391
PARTICIPACIÓN DE LOS CIU OBJETO DEL ESTUDIO	50.03%	60.50%	60.16%

Fuente: 2014 DANE, EAM 2012

5.1.1.2 Bygton

Se contó con el Directorio Interactivo Bygton a 31 de diciembre de 2013 con las principales empresas Colombianas. El directorio consiste en un listado de 1.380 empresas en 17 departamentos y Bogotá D.C.

El listado contiene la siguiente información:

- Razón social y nit
- Datos de contacto (dirección, teléfonos, mail, web)
- Fecha de fundación
- Número de empleados
- Información financiera (ingresos, activos, exportaciones, importaciones)
- Actividad CIU en versión 1, 2 y 3 a 4 dígitos

El directorio Bygton, se utilizó como parte del universo de establecimientos para determinar el marco muestral.

5.1.1.3 SIREM

La base de datos disponible para este estudio es la correspondiente al año 2013 (31 de diciembre). Está compuesta por 26.278 empresas de todos los sectores, cada una identificada por NIT y razón social, incluye código CIU en versión 3, Departamento y la información de estados financieros.

La base de datos tiene 4.286 empresas registradas en la sección D (manufactura). Estos códigos se convirtieron a CIU 4, logrando 2.055 coincidencias.

El directorio SIREM, se utilizó como parte del universo de establecimientos para determinar el marco muestral.

5.1.1.4 Base de datos para la conformación del universo de establecimientos

Considerando que las bases de datos de Byton y SIREM tienen coincidencias de información, se unen para crear una única base de datos a fin de determinar la muestra, tal como se explica en la sección 2.1, esta base de datos se toma como el universo de establecimientos a fin de determinar los diferentes factores de expansión. De la fusión de las dos bases de datos se reportan 2.752 establecimientos, la tabla siguiente muestra los establecimientos por CIU y tamaño.

Tabla 33. Establecimientos del universo por CIU y tamaño

CIU	GRANDE	MEDIANO	PEQUEÑO	MICRO	TOTAL
19	45	52	85	4	186
20	129	156	158	1	444
21	45	59	46	2	152
22	124	224	186	5	539
23	61	90	75	3	229
24	26	39	28	1	94
25	86	151	199	4	440
26	6	15	24	1	46
27	22	47	45	1	115
28	36	72	61	2	171
29	43	78	45	1	167
30	9	7	7	1	24
31	19	63	61	2	145
TOTAL	651	1053	1020	28	2752

Los establecimientos del universo se distribuyen por región tal como se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 34. Establecimientos del universo por CIU, tamaño y región

REGIÓN/CIU	TAMAÑO DE LA EMPRESA				TOTAL
	GRANDE	MEDIANO	PEQUEÑO	MICRO	
CENTRO	318	605	630	18	1571
19	22	39	58	3	122
20	63	88	103	1	255
21	28	47	30	1	106
22	54	124	115	2	295
23	28	36	35	2	101
24	13	18	21	1	53
25	37	72	107	3	219
26		8	14		22
27	12	28	30	1	71
28	18	44	39	1	102
29	28	58	31		117
30	4	2	2	1	9
31	11	41	45	2	99
COSTA	85	69	37	6	197
19	12	3	1		16
20	17	9	9		35
21	6	2	3	1	12
22	19	10	4	2	35
23	8	7	3		18
24	1	3	2		6
25	10	15	8	1	34
26	2	2	1	1	6
27	1	4	1		6
28	6	7	1	1	15
29	1		1		2
30	1	3	1		5
31	1	4	2		7
CQR	24	31	25	1	81
19			1		1
20	2	3	1		6
22	5	8	4		17
23	4	6	3	1	14
24	2		1		3
25	5	4	8		17
26		2			2
27	2	2			4
28	1	1	2		4
29	2	2	4		8
30	1	1			2
31		2	1		3
NORESTE	20	37	54		111

REGIÓN/CIU	TAMAÑO DE LA EMPRESA				TOTAL
	GRANDE	MEDIANO	PEQUEÑO	MICRO	
19	4	4	16		24
20	2		1		3
21			1		1
22	2	6	7		15
23	3	9	8		20
24	1		1		2
25	2	8	11		21
26	1		1		2
27		3	2		5
28	2	3	5		10
29	3	2			5
31		2	1		3
NOROESTE	106	193	174	1	474
19	4	4	4	1	13
20	21	36	26		83
21	2	6	7		15
22	21	48	35		104
23	14	18	14		46
24	5	13	3		21
25	18	32	44		94
26	1	2	7		10
27	5	5	7		17
28	5	7	7		19
29	4	11	8		23
30	2	1	3		6
31	4	10	9		23
SUROCCIDENTE	96	106	88	2	292
19	2	2	4		8
20	23	14	16		53
21	9	4	4		17
22	23	28	20	1	72
23	4	12	8		24
24	4	5			9
25	14	17	21		52
26	2	1	1		4
27	2	5	5		12
28	4	10	5		19
29	5	4		1	10
30	1		1		2
31	3	4	3		10
TOLIMA GRANDE	2	12	12		26
19	1		1		2
20	1	6	2		9

REGIÓN/CIU	TAMAÑO DE LA EMPRESA				TOTAL
	GRANDE	MEDIANO	PEQUEÑO	MICRO	
21			1		1
22			1		1
23		2	4		6
25		3			3
28			2		2
29		1	1		2
TOTAL	651	1,053	1,020	28	2,752

Fuente: 2014 Byton, Supersociedades, análisis del estudio

5.2 MUESTRA DEFINITIVA PARA EXPANSIÓN

A partir de la muestra propuesta y el desarrollo del trabajo de campo, la conformación de las empresas evaluadas energéticamente por CIU y tamaño se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 35. Establecimientos de la muestra final por CIU y tamaño

CIU	ESTABLECIMIENTOS
19	20
20	41
21	9
22	76
23	51
24	12
25	44
26	2
27	17
28	5
29	14
30	2
31	15
Total general	309

Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

La muestra final desagregada por región se muestra a continuación.

Tabla 36. Establecimientos para la determinación de los factores de expansión por CIU, tamaño y región

CIU/REGIÓN	GRANDE	MEDIANA	PEQUEÑA	MICRO	TOTAL
CENTRO					
19		8	9		17
20	4	12	3	3	22
21	2	3			5
22	6	20	4	4	34
23	9	5	12	3	29
24	5	3	1		9
25	2	9	3	3	17
26		1			1
27	3	3			6
28	1		1		2
29	2	4	3	1	10
30			1		1
31	3		1	2	6
COSTA					
19	1		1		2
20	4				4
21		2			2
22	7	3			10
23		1	1		2
25	2	2	2		6
27	1				1
31	1				1
CQR					
20	1				1
22	1	3	1		5
23			1		1
25	1	3	2		6
26		1			1
27	1				1
28	2				2
29	1				1
31		1		1	2
NORESTE					
19		1			1
22	1	2	2		5
23	1	5	2		8
25		2			2
27	1				1
28		1			1
29		1	1		2

CIU/REGIÓN	GRANDE	MEDIANA	PEQUEÑA	MICRO	TOTAL
NOROESTE					
20	2	2	1	1	6
22	3	5	7		15
23		1	1		2
24		2			2
25	2	5	1	3	11
27	4				4
29			1		1
30			1		1
31	1		2	1	4
SUROCCIDENTE					
20	1	1	1		3
21	1	1			2
22	2	4			6
23		2	4		6
24	1				1
25		1	1		2
27		3	1		4
31		1			1
TOLIMA GRANDE					
20	1	3	1		5
22			1		1
23				3	3
31				1	1
TOTAL	81	127	74	26	308

Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

5.3 FACTORES DE EXPANSIÓN

De acuerdo a la teoría de muestreo, el factor de expansión es la capacidad que tiene cada individuo seleccionado en una muestra probabilística para representar el universo en el cual está contenido. Es decir, es la magnitud de representación que cada selección posee para describir una parte del universo de estudio⁴.

El factor de Expansión se interpreta como la cantidad de establecimientos en el universo, que representa un establecimiento en la muestra.

La estimación de un total dado para una variable se obtiene, primero, ponderando el valor de la variable en cada establecimiento por su factor de expansión y luego, sumando todos los establecimientos de la muestra.

⁴ 2008. DANE. Especificaciones de Coeficiente y Varianza

Para el caso de este estudio, el factor de expansión (F.E) está dado por:

$$F.E = \frac{\sum \text{Establecimientos Totales Universo}}{\sum \text{Establecimientos de la muestra}}$$

Donde el consumo energético (C.E.), estimado para el universo está dado por:

$$C.E = F.E \times \sum \text{Consumo energetico muestra}$$

A partir del análisis de las bases de datos descritas anteriormente, y del trabajo de campo desarrollado, se presentan los factores de expansión hallados.

Tabla 37. Factores de expansión

CIU	GRANDE	MEDIANO	PEQUEÑO	MICRO
19	45.0000	5.7778	8.5000	0.7353
20	9.9231	8.6667	26.3333	0.2500
21	15.0000	9.8333	21.7954	0.7353
22	6.2000	6.0541	12.4000	1.2500
23	6.1000	6.4286	3.5714	0.5000
24	4.3333	7.8000	28.0000	0.7353
25	12.2857	6.8636	22.1111	0.6667
26	11.8621	7.5000	21.7954	0.7353
27	2.2000	7.8333	45.0000	0.7353
28	12.0000	72.0000	61.0000	0.7353
29	14.3333	15.6000	9.0000	1.0000
30	11.8621	15.4881	3.5000	0.7353
31	3.8000	31.5000	20.3333	0.4000

Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

Dado lo anterior y considerando la teoría descrita anteriormente, se calculan los consumos de energía eléctrica, gas natural y carbón mineral, para el universo de las 2752 empresas, las tablas siguientes muestran los resultados del cálculo realizado.

Tabla 38. Determinación del consumo de energía eléctrica del universo a partir de los factores de expansión

CIU	GRANDE	MEDIANO	PEQUEÑO	MICRO
19	392,924,250	28,915,523	12,607,614	166,603
20	656,074,799	568,438,752	26,662,989	79,349
21	125,787,255	18,946,463	2,079,456	583,926
22	631,206,367	319,256,831	53,859,737	172,679
23	750,794,588	225,921,218	27,015,342	234,018
24	1,676,917,766	127,127,536	14,035,532	140,760
25	119,392,459	70,443,204	9,003,445	90,664
26	3,858,231	1,734,113	728,435	204,550
27	113,497,103	63,585,619	7,290,000	45,491
28	26,917,560	2,571,795	1,467,904	13,515
29	107,053,474	27,966,305	1,851,831	12,747
30	18,149,357	4,733,078	1,586,977	63,662
31	19,733,404	38,333,654	9,331,768	20,826

Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

Tabla 39. Determinación del consumo de gas natural del universo a partir de los factores de expansión

CIU	GRANDE	MEDIANO	PEQUEÑO	MICRO
19	559,653,615	6,728,830.05	673,693	-
20	28,541,202	2,262,818	4,422,078	2,693
21	53,034,115	40,915,033	6,929,880	-
22	60,699,902	8,537,567	271,920	643
23	182,101,038	71,638,361	18,279,000	-
24	128,534,406	16,907,366	2,863,642	-
25	38,085,899	15,421,084	2,611,907	-
27	12,493,375	86,870	1,196,380	-
28	24,654,564	3,243,052	549,284	-
29	36,614,723	2,498,674	423,207	-
31	1,401,888	184,404	239,169	-

Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

Tabla 40. Determinación del consumo de carbón mineral del universo a partir de los factores de expansión

CIU	GRANDE	MEDIANO	PEQUEÑO	MICRO
19	730936	457,459	183,983	-
20	2,017	1,456	-	-
23	292,592	168,557	44,523	432
24	127202.4	17222.4	1,722	-

Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

Ya que el cálculo del consumo de los diferentes energéticos son solo para el universo de la muestra, se calculan los porcentajes de participación por CIU y tamaño de empresa y se aplican a los consumos reportados por las empresas comercializadoras, los porcentajes de participación por energético se dan en las tablas siguientes.

Tabla 41. Participación del consumo de energía eléctrica por tamaño de empresa y CIU

CIU	GRANDE	MEDIANO	PEQUEÑO	MICRO
19	90.41%	6.65%	2.90%	0.04%
20	52.43%	45.43%	2.13%	0.01%
21	85.34%	12.85%	1.41%	0.40%
22	62.84%	31.78%	5.36%	0.02%
23	74.78%	22.50%	2.69%	0.02%
24	92.23%	6.99%	0.77%	0.01%
25	60.02%	35.41%	4.53%	0.05%
26	59.13%	26.58%	11.16%	3.13%
27	61.54%	34.48%	3.95%	0.02%
28	86.91%	8.30%	4.74%	0.04%
29	78.21%	20.43%	1.35%	0.01%
30	73.98%	19.29%	6.47%	0.26%
31	29.27%	56.86%	13.84%	0.03%

Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

Tabla 42. Participación del consumo de gas natural por tamaño de empresa y CIU

CIU	GRANDE	MEDIANO	PEQUEÑO	MICRO
19	98.69%	1.19%	0.12%	0.00%
20	81.02%	6.42%	12.55%	0.01%
21	52.57%	40.56%	6.87%	0.00%
22	87.33%	12.28%	0.39%	0.00%
23	66.94%	26.34%	6.72%	0.00%
24	86.67%	11.40%	1.93%	0.00%
25	67.87%	27.48%	4.65%	0.00%
27	90.69%	0.63%	8.68%	0.00%
28	86.67%	11.40%	1.93%	0.00%
29	92.61%	6.32%	1.07%	0.00%
31	76.80%	10.10%	13.10%	0.00%

Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

Tabla 43. Participación del consumo de carbón mineral por tamaño de empresa y CIU

CIU	GRANDE	MEDIANO	PEQUEÑO	MICRO
19	53.3%	33.3%	13.4%	-
20	58.1%	41.9%	0.0%	-
23	57.8%	33.3%	8.8%	0.1%
24	87.0%	11.8%	1.2%	-

Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

6. ESTIMACIÓN DE LOS CONSUMOS DE ENERGÍA DE LOS CIU 19 A 31 A PARTIR DE LOS FACTORES DE EXPANSIÓN

6.1 PARÁMETROS ESTADÍSTICOS DE LOS RESULTADOS DE LOS ESTABLECIMIENTOS MEDIDOS

Para la realización de este estudio se realizaron 33 evaluaciones energéticas, en los CIU considerados en este estudio y en los tamaños determinados a partir del análisis de la muestra, la tabla siguiente muestra esta composición de la muestra.

Tabla 44. Distribución de los establecimientos por CIU y tamaño

CIU	GRANDE	MEDIANA	PEQUEÑA	MICRO	Total general
19	3	3	16	2	24
20	21	14	14	3	52
21	2	1	2		5
22	33	25	16	2	76
23	29	12	6	4	51
24	5	5	1		11
25	18	21	7	3	49
26		2	1		3
27	9	2	3		14
28	3	1	6	1	11
29	9	5	4		18
30	1	1	1		3
31	4	3	3	3	13
Total general	137	95	80	18	330

Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

Los activos de las empresas de la muestra se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 45. Activos totales de los establecimientos de la muestra

CIU	GRANDE	MEDIANA	PEQUEÑA	MICRO	Total general
19	\$ 54,417,850,000	\$ 60,211,719,217	\$ 15,708,129,351		\$ 130,337,698,568
20	\$ 1,727,023,195,998	\$ 198,013,173,996	\$ 10,055,051,712	\$ 712,084,288	\$ 1,935,803,505,994
21	\$ 273,872,316,502	\$ 56,777,946,000			\$ 330,650,262,502
22	\$ 1,936,997,883,236	\$ 517,900,929,471	\$ 21,313,889,662	\$ 1,018,302,959	\$ 2,477,231,005,328
23	\$ 881,289,149,983	\$ 137,209,694,593	\$ 28,761,538,294	\$ 1,063,058,820	\$ 1,048,323,441,690
24	\$ 916,532,094,600	\$ 21,606,855,000	\$ 1,937,357,070		\$ 940,076,306,670
25	\$ 1,019,821,051,018	\$ 375,304,548,847	\$ 17,249,198,276	\$ 956,953,894	\$ 1,413,331,752,035
26		\$ 9,782,084,000			\$ 9,782,084,000
27	\$ 1,210,242,205,909	\$ 59,634,849,000	\$ 1,441,631,667		\$ 1,271,318,686,576
28	\$ 782,588,319,067	\$ 9,595,742,000	\$ 9,595,742,000		\$ 801,779,803,067
29	\$ 1,399,831,308,000	\$ 57,276,339,220	\$ 5,796,469,389	\$ 206,787,329	\$ 1,463,110,903,938
30			\$ 2,141,548,420		\$ 2,141,548,420
31	\$ 282,177,123,185	\$ 23,327,127,000	\$ 5,200,554,000	\$ 659,350,501	\$ 311,364,154,686
Total general	\$ 10,484,792,497,498	\$ 1,526,641,008,344	\$ 119,201,109,841	\$ 4,616,537,791	\$ 12,135,251,153,474

Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

La tabla siguiente muestra el promedio por empresa de los activos, por tamaño y CIU

Tabla 46. Activos promedio por establecimiento

CIU	GRANDE	MEDIANA	PEQUEÑA	MICRO	Total general
19	\$ 54,417,850,000	\$ 6,690,191,024	\$ 1,570,812,935		\$ 6,516,884,928
20	\$ 132,847,938,154	\$ 11,000,731,889	\$ 1,675,841,952	\$ 178,021,072	\$ 47,214,719,658
21	\$ 91,290,772,167	\$ 9,462,991,000			\$ 36,738,918,056
22	\$ 96,849,894,162	\$ 13,997,322,418	\$ 1,420,925,977	\$ 254,575,740	\$ 32,595,144,807
23	\$ 88,128,914,998	\$ 9,800,692,471	\$ 1,369,597,062	\$ 177,176,470	\$ 20,555,361,602
24	\$ 152,755,349,100	\$ 5,401,713,750	\$ 1,937,357,070		\$ 85,461,482,425
25	\$ 145,688,721,574	\$ 17,059,297,675	\$ 1,916,577,586	\$ 159,492,316	\$ 32,121,176,183
26		\$ 4,891,042,000			\$ 4,891,042,000
27	\$ 121,024,220,591	\$ 9,939,141,500	\$ 1,441,631,667		\$ 74,783,452,152
28	\$ 260,862,773,022	\$ 9,595,742,000	\$ 9,595,742,000		\$ 160,355,960,613
29	\$ 466,610,436,000	\$ 11,455,267,844	\$ 1,159,293,878	\$ 206,787,329	\$ 104,507,921,710
30			\$ 1,070,774,210		\$ 1,070,774,210
31	\$ 56,435,424,637	\$ 11,663,563,500	\$ 1,733,518,000	\$ 131,870,100	\$ 20,757,610,312
Total general	\$ 129,441,882,685	\$ 12,116,198,479	\$ 1,610,825,809	\$ 177,559,146	\$ 39,528,505,386

Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

La tabla siguiente muestra la desviación estándar de los activos de las empresas de la muestra, el cual es variable y depende del tamaño de la misma.

Tabla 47. Desviación estándar de los activos de los establecimientos de la muestra

CIU	GRANDE	MEDIANA	PEQUEÑA	MICRO	Total general
19		\$ 3,664,429,919	\$ 516,473,667		\$ 11,808,191,024
20	\$ 209,000,721,186	\$ 8,375,702,846	\$ 462,683,601	\$ 84,283,445	\$ 128,995,893,161
21	\$ 21,135,818,266	\$ 6,247,292,608			\$ 42,544,330,547
22	\$ 78,060,017,589	\$ 10,915,069,841	\$ 620,298,473	\$ 94,543,561	\$ 55,880,882,454
23	\$ 48,341,352,941	\$ 4,547,151,819	\$ 720,711,985	\$ 89,461,113	\$ 39,702,373,000
24	\$ 60,829,378,267	\$ 4,336,157,022			\$ 88,511,471,451
25	\$ 88,069,652,511	\$ 12,328,246,913	\$ 960,087,709	\$ 66,703,842	\$ 60,875,562,876
26		\$ 1,419,146,339			\$ 1,419,146,339
27	\$ 73,034,036,061	\$ 6,352,778,418			\$ 79,134,908,468
28	\$ 309,573,064,603				\$ 258,569,676,156
29	\$ 571,342,625,028	\$ 8,915,204,852	\$ 802,809,735		\$ 297,956,809,906
30			\$ 549,222,268		\$ 549,222,268
31	\$ 21,937,446,621	\$ 10,717,048,261	\$ 755,671,858	\$ 64,815,738	\$ 29,012,078,613
Total general	\$ 161,832,004,562	\$ 9,521,729,133	\$ 1,163,544,184	\$ 81,036,408	\$ 99,060,498,171

Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

La tabla siguiente muestra el consumo total anual de energía eléctrica de los establecimientos evaluados energéticamente, se puede apreciar por CIU y tamaño de establecimiento.

Tabla 48. Consumo total de energía eléctrica de los establecimientos de la muestra

CIU	GRANDE	MEDIANA	PEQUEÑA	MICRO	Total general
19	8,731,650	5,004,610	1,483,249		15,219,508
20	66,116,065	65,589,087	1,012,519	317,395	133,035,066
21	8,385,817	1,926,759			10,312,576
22	101,807,479	52,734,387	4,343,527	138,143	159,023,536
23	123,081,080	35,143,301	7,564,296	468,036	166,256,712
24	386,981,023	16,298,402	501,269		403,780,694
25	9,717,991	10,263,248	407,191	135,995	20,524,425
26		231,215			231,215
27	51,589,592	8,117,313	162,000		59,868,905
28	2,243,130	35,719	24,064		2,302,913
29	7,468,847	1,792,712	205,759	12,747	9,480,065
30			453,422		453,422
31	5,193,001	1,216,941	458,939	52,065	6,920,947
Total general	771,315,675	198,353,694	16,616,235	1,124,382	987,409,986

Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

La tabla siguiente muestra el consumo promedio de energía eléctrica por tamaño de establecimiento y CIU, existen algunos tipos de establecimientos los cuales no se consideraron en las evaluaciones ya que no se incluían en las muestras.

Tabla 49. Consumo promedio de energía eléctrica por establecimiento

CIU	GRANDE	MEDIANA	PEQUEÑA	MICRO	Total general
19	8,731,650	556,068	148,325		760,975
20	5,085,851	3,643,838	168,753	79,349	3,244,758
21	2,795,272	321,126			1,145,842
22	5,090,374	1,425,254	289,568	34,536	2,092,415
23	12,308,108	2,510,236	360,205	78,006	3,259,936
24	64,496,837	3,259,680	501,269		33,648,391
25	1,388,284	466,511	45,243	22,666	466,464
26		115,608			115,608
27	5,158,959	1,352,886	162,000		3,521,700
28	747,710	35,719	24,064		460,583
29	2,489,616	358,542	41,152	12,747	677,148
30			226,711		226,711
31	1,038,600	608,471	152,980	10,413	461,396
Total general	9,522,416	1,561,840	224,544	43,245	3,205,877

Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

La tabla siguiente muestra la desviación estándar de los datos de energía eléctrica de los establecimientos evaluados.

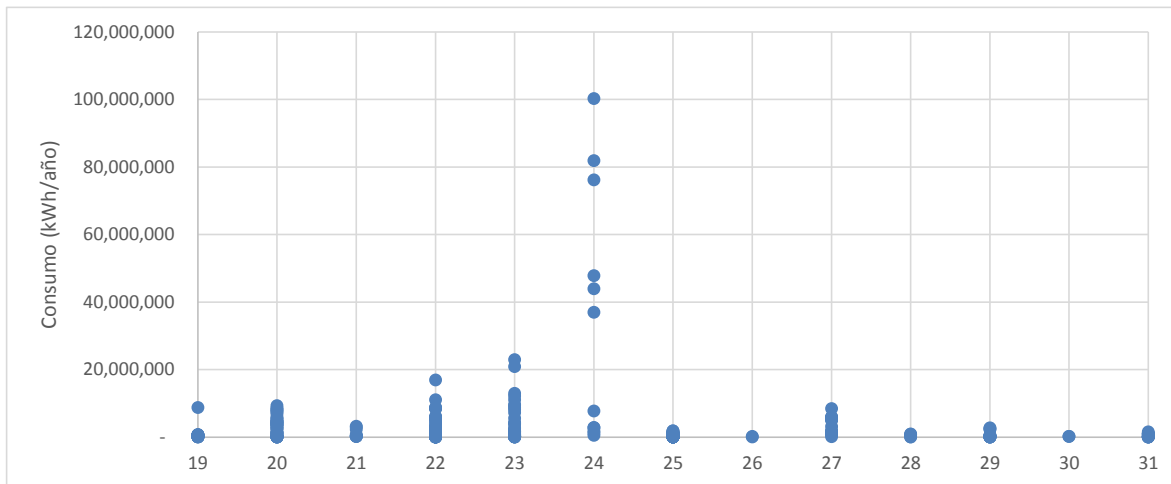
Tabla 50. Desviación estándar del consumo de energía eléctrica para los establecimientos de la muestra

CIU	GRANDE	MEDIANA	PEQUEÑA	MICRO	Total general
19		107,987	71,457		1,889,057
20	2,224,059	2,629,171	161,117	68,128	2,831,943
21	499,138	210,228			1,272,893
22	3,949,925	1,929,027	295,112	16,800	3,040,910
23	5,367,356	1,413,644	220,815	44,141	5,196,400
24	25,189,335	2,577,147			36,462,858
25	400,993	359,918	25,202	15,915	537,400
26		67,532			67,532
27	1,869,656	467,108			2,485,807
28	208,908				420,020
29	263,160	163,307	13,566		1,002,783
30			15,148		15,148
31	274,177	596,266	35,141	5,118	512,011
Total general	17,396,003	1,941,403	218,931	43,595	9,749,463

Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

La figura siguiente muestra gráficamente los consumos de energía eléctrica anual de los establecimientos evaluados, se nota que el CIU 24 presenta los mayores consumos.

Figura 53. Consumo de energía eléctrica por establecimiento y CIU



Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

La tabla siguiente muestra el consumo total anual de gas natural de los establecimientos evaluados energéticamente, se puede apreciar por CIU y tamaño de establecimiento.

Tabla 51. Consumo total de gas natural de los establecimientos de la muestra

ciiu	GRANDE	MEDIANA	PEQUEÑA	MICRO	Total general
19	12,436,747		79,258		12,516,005
20	2,876,245	261,094	167,927	10,771	3,316,038
21	3,535,608	4,160,851			7,696,458
22	9,790,307	1,410,223	21,929	514	11,222,973
23	29,852,629	11,143,745	5,118,120		46,114,494
24	29,661,786				29,661,786
25	3,100,015	2,246,780			5,346,795
26					
27	5,678,807	11,090	26,586		5,716,483
28	2,054,547				2,054,547
29	2,554,516	160,171			2,714,687
30					
31	368,918		11,762		380,680
Total general	101,910,124	19,393,955	5,425,583	11,285	126,740,947

Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

La tabla siguiente muestra el consumo promedio de gas natural por tamaño de establecimiento y CIU, que consumían este energético .

Tabla 52. Consumo promedio de gas natural por establecimiento

ciiu	GRANDE	MEDIANA	PEQUEÑA	MICRO	Total general
19	12,436,747		79,258		6,258,003
20	410,892	52,219	83,964	10,771	221,069
21	3,535,608	693,475			1,099,494
22	1,631,718	108,479	21,929	514	534,427
23	2,985,263	2,785,936	2,559,060		2,882,156
24	7,415,446				7,415,446
25	620,003	320,969			445,566
26					
27	709,851	5,545	26,586		519,680
28	1,027,274				1,027,274
29	1,277,258	80,086			678,672
30					
31	184,459		11,762		126,893
Total general	2,123,128	497,281	678,198	5,643	1,306,608

Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

La tabla siguiente muestra la desviación estándar de los datos de gas natural de los establecimientos evaluados.

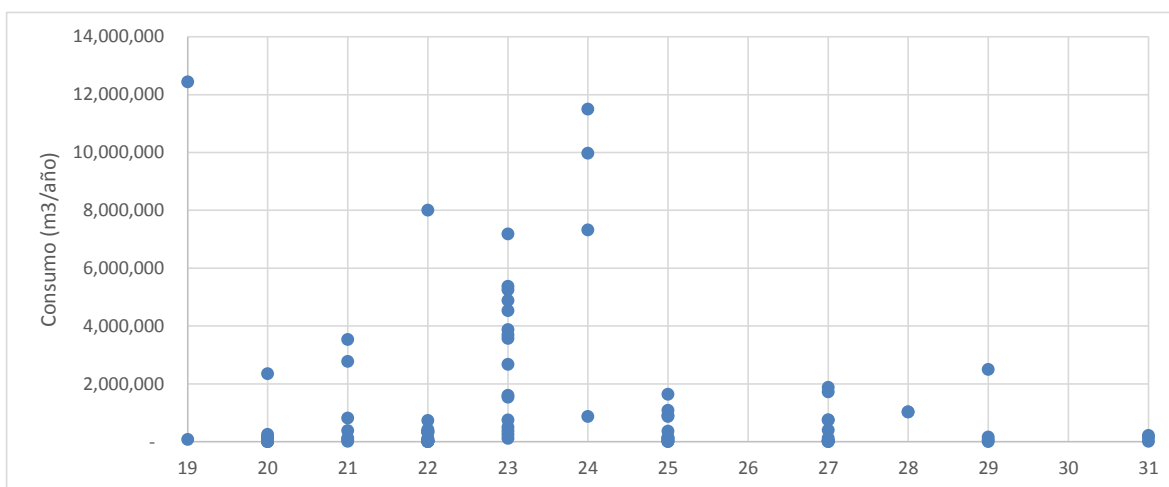
Tabla 53. Desviación estándar del consumo de gas natural para los establecimientos de la muestra

ciiu	GRANDE	MEDIANA	PEQUEÑA	MICRO	Total general
19					8,738,064
20	857,013	30,059	111,634		591,578
21		1,063,247			1,447,770
22	3,128,164	147,912			1,722,211
23	2,430,116	1,779,064	3,279,646		2,217,395
24	4,693,904				4,693,904
25	458,795	595,327			541,821
26					
27	735,568	124			696,315
28	1,773				1,773
29	1,726,702	111,098			1,214,779
30					
31	46,511				104,991
Total general	3,157,645	1,060,539	1,699,084	7,253	2,490,950

Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

La figura siguiente muestra gráficamente los consumos de energía eléctrica anual de los establecimientos evaluados, se nota que los CIU 22, 23 y 24 presenta los mayores consumos.

Figura 54. Consumo de gas natural por establecimiento y CIU



Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

La tabla siguiente muestra el consumo total anual de carbón mineral de los establecimientos evaluados energéticamente, se puede apreciar por CIU y tamaño de establecimiento.

Tabla 54. Consumo total de carbón mineral de los establecimientos de la muestra

CIU	GRANDE	MEDIANA	PEQUEÑA	MICRO	Total general
19		79,176	21,645		100,821
20	203	168			371
23	6,673	26,220	12,466	864	46,223
24	3,974	16,308			20,282
Total general	10,850	121,872	34,111	864	167,698

Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

La tabla siguiente muestra el consumo promedio de carbón mineral por tamaño de establecimiento y CIU, que consumían este energético .

Tabla 55. Consumo promedio de carbón mineral por establecimiento

CIU	GRANDE	MEDIANA	PEQUEÑA	MICRO	Total general
19		11,311	3,092		7,201
20	203	168			186
23	6,673	3,278	1,133	216	1,926
24	3,974	16,308			10,141

Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

La tabla siguiente muestra la desviación estándar de los datos de carbón mineral de los establecimientos evaluados.

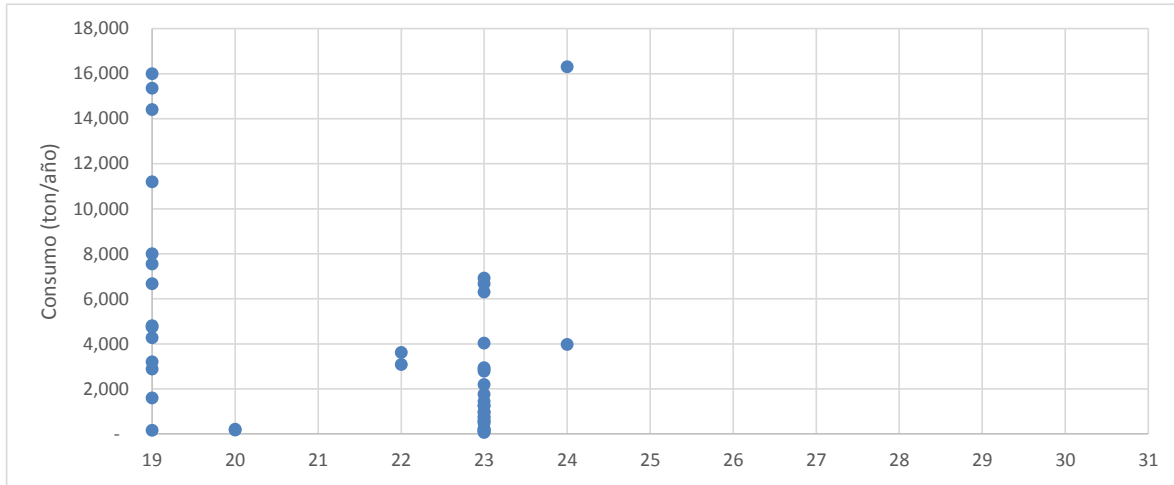
Tabla 56. Desviación estándar del consumo de carbón mineral para los establecimientos de la muestra

CIU	GRANDE	MEDIANA	PEQUEÑA	MICRO	Total general
19		3,971	1,728		5,181
20					25
23		2,343	831	186	2,098
24					8,721

Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

La figura siguiente muestra gráficamente los consumos de energía eléctrica anual de los establecimientos evaluados, se nota que los CIU 19 y 24 presenta los mayores consumos.

Figura 55. Consumo de carbón mineral por establecimiento y CIU

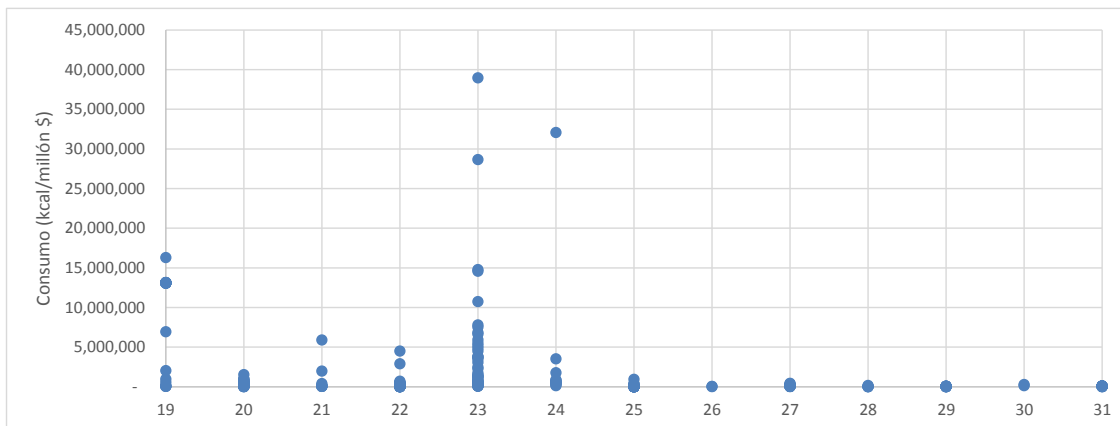


Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

6.2 ANÁLISIS DE INDICADORES DEL CONSUMO DE ENERGÍA

Dado que existe gran variabilidad en los productos finales de los establecimientos, y la forma en que mide cada empresa la producción es totalmente diferente inclusive siendo del mismo CIU y tamaño, además no existe una referencia estandarizada para hacer seguimiento a esta producción por parte de las empresas, por tal razón, la mejor forma de hacer seguimiento y comparación entre los diferentes establecimiento y ya que existen bases de datos confiables, se toma como producción el valor de activos del año inmediatamente anterior, para este caso 2013, la figura siguiente diagrama el indicador de consumo energético por activo, está dado en kcal por millón de pesos, nótese que el CIU de mayor indicador es el 23, seguido por el CIU por el 24.

Figura 56. Indicador de consumo de energía para el sector industrial CIU 19 a 31



Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

A partir de la información de las empresas evaluadas energéticamente se tiene que el indicador medio, por tamaño de empresa y CIU, se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 57. Indicador promedio de consumo de energía por CIU y tamaño de establecimiento (dado en Kcal/millón de pesos)

CIU	GRANDE	MEDIANA	MICRO	PEQUEÑA	Total general
19	2,026,578	9,524,532		8,344,272	8,559,505
20	101,885	454,793	580,537	205,757	318,719
21	159,649	1,378,486			972,207
22	82,184	309,697	129,761	199,806	218,666
23	577,104	2,545,223	7,909,578	5,448,720	3,985,976
24	1,057,011	7,098,356		222,515	3,504,697
25	35,483	89,811	158,221	36,915	79,677
26		23,019			23,019
27	107,948	167,122		249,037	137,132
28	62,204	3,201		2,157	38,394
29	24,170	43,339	53,015	40,169	38,790
30				206,072	206,072
31	33,574	44,239	67,909	96,719	59,070
Total general	238,786	1,481,060	1,986,175	2,754,143	1,502,868

Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

Los valores máximos y mínimos de este indicador de consumo energético se dan en las siguientes tablas.

Tabla 58. Indicador máximo de consumo de energía por CIU y tamaño de establecimiento (dado en Kcal/millón de pesos)

CIU	GRANDE	MEDIANA	MICRO	PEQUEÑA	Total general
19	2,026,578	13,147,145		16,282,714	16,282,714
20	211,841	1,526,127	954,760	800,238	1,526,127
21	413,721	5,887,085			5,887,085
22	529,378	4,494,433	262,764	706,848	4,494,433
23	1,745,682	6,646,929	28,644,919	38,960,568	38,960,568
24	3,535,875	32,071,311		222,515	32,071,311
25	69,770	945,984	415,495	96,120	945,984
26		36,138			36,138
27	380,451	437,340		249,037	437,340
28	164,950	3,201		2,157	164,950
29	30,177	64,586	53,015	53,015	64,586
30				272,210	272,210
31	65,028	49,147	67,913	117,508	117,508
Total general	3,535,875	32,071,311	28,644,919	38,960,568	38,960,568

Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

Tabla 59. Indicador mínimo de consumo de energía por CIU y tamaño de establecimiento (dado en Kcal/millón de pesos)

CIU	GRANDE	MEDIANA	MICRO	PEQUEÑA	Total general
19	2,026,578	58,144		42,403	42,403
20	4,713	23,284	87,133	32,798	4,713
21	31,527	41,811			31,527
22	7,247	9,689	65,776	45,908	7,247
23	90,547	114,665	356,479	69,306	69,306
24	136,457	407,897		222,515	136,457
25	4,119	4,503	47,962	7,777	4,119
26		9,900			9,900
27	28,471	78,116		249,037	28,471
28	7,168	3,201		2,157	2,157
29	20,084	19,972	53,015	16,159	16,159
30				139,934	139,934
31	11,624	39,332	67,908	65,029	11,624
Total general	4,119	3,201	47,962	2,157	2,157

Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

La tabla siguiente muestra el indicador de energía eléctrica y el indicador de consumo total de energía para cada una de las empresas evaluadas energéticamente.

Tabla 60. Indicadores de consumo de energía eléctrica y energía total por activo

item	CIU	TAMAN	Indicador de energía eléctrica (kWh/miles \$)	Indice de consumo (kcal/millón \$)
1	19	GRANDE	0.160	2,026,577.98
2	19	PEQUEÑA	0.126	107,961.09
4	19	PEQUEÑA	0.049	42,402.84
5	19	MEDIANA	0.136	117,299.26
6	19	MEDIANA	0.083	13,083,304.18
7	19	MEDIANA	0.129	13,110,715.28
8	19	PEQUEÑA	0.096	13,095,612.61
9	19	PEQUEÑA	0.093	13,090,429.02
10	19	PEQUEÑA	0.032	16,282,714.36
11	19	MEDIANA	0.063	13,098,189.78
12	19	MEDIANA	0.171	13,147,145.15
13	19	PEQUEÑA	0.062	13,114,495.92
14	19	PEQUEÑA	0.165	13,141,880.92
15	19	PEQUEÑA	0.063	13,054,295.71
16	19	PEQUEÑA	0.181	959,506.51
17	19	MEDIANA	0.068	58,144.03
18	19	MEDIANA	0.056	13,048,375.00
19	19	MEDIANA	0.149	13,128,140.00
20	19	MEDIANA	0.050	6,929,479.40
42	19	PEQUEÑA	0.181	553,422.42

item	CIU	TAMANO	Indicador de energía eléctrica (kWh/miles \$)	Indice de consumo (kcal/millon \$)
3	20	GRANDE	0.104	89,245.17
21	20	MICRO	0.398	954,760.14
22	20	GRANDE	0.203	196,459.55
23	20	MEDIANA	1.178	1,012,925.31
24	20	MEDIANA	0.154	145,680.73
25	20	PEQUEÑA	0.075	800,237.68
26	20	MEDIANA	0.231	263,911.52
27	20	MEDIANA	1.155	1,526,126.99
28	20	MEDIANA	0.564	526,608.84
29	20	GRANDE	0.044	51,281.49
30	20	GRANDE	0.044	38,595.48
31	20	MICRO	0.101	87,133.18
32	20	GRANDE	0.206	178,699.04
33	20	MEDIANA	0.496	426,401.02
34	20	GRANDE	0.044	55,354.59
35	20	PEQUEÑA	0.050	42,640.10
36	20	MEDIANA	0.496	426,401.02
37	20	MEDIANA	0.422	388,177.75
38	20	GRANDE	0.044	53,874.10
39	20	MEDIANA	0.057	49,362.90
40	20	PEQUEÑA	0.012	32,797.82
43	20	GRANDE	0.041	211,840.87
44	20	GRANDE	0.056	84,496.92
45	20	MEDIANA	0.959	824,906.28
46	20	MEDIANA	0.091	126,541.36
47	20	GRANDE	0.142	144,645.87
48	20	MEDIANA	0.027	23,283.81
50	20	MEDIANA	0.322	283,752.89
51	20	MEDIANA	0.322	277,284.66
52	20	GRANDE	0.151	196,898.77
53	20	MEDIANA	0.091	78,668.04
54	20	PEQUEÑA	0.050	42,640.10
55	20	PEQUEÑA	0.169	145,076.73
56	20	PEQUEÑA	0.199	171,147.37
57	20	MICRO	0.734	631,319.84
58	20	MICRO	0.755	648,934.78
59	20	MEDIANA	0.878	755,331.01
60	20	MEDIANA	0.611	525,452.50
61	20	MEDIANA	0.611	525,452.90
62	20	GRANDE	0.021	18,397.25
133	20	GRANDE	0.005	4,712.80

item	CIU	TAMANO	Indicador de energía eléctrica (kWh/miles \$)	Indice de consumo (kcal/millon \$)
41		GRANDE	0.038	413,721.44
49		MEDIANA	0.039	41,811.38
63	21	GRANDE	0.019	31,526.91
64	21	GRANDE	0.039	33,697.99
65	21	MEDIANA	0.182	5,887,084.86
66	21	MEDIANA	0.028	103,470.41
67	21	MEDIANA	0.054	1,984,577.10
68	21	MEDIANA	0.017	181,558.81
69	21	MEDIANA	0.012	72,414.44

item	CIU	TAMANO	Indicador de energía eléctrica (kWh/miles \$)	Indice de consumo (kcal/millon \$)
70	22	MICRO	0.105	90,332.61
71	22	MEDIANA	0.079	71,804.20
72	22	MEDIANA	0.013	10,848.21
73	22	MEDIANA	0.013	10,867.37
74	22	MEDIANA	0.013	10,834.04
75	22	MEDIANA	0.079	68,324.39
76	22	MICRO	0.076	65,775.60
77	22	PEQUEÑA	0.822	706,847.84
78	22	MEDIANA	0.128	120,139.27
79	22	GRANDE	0.081	69,289.79
80	22	GRANDE	0.081	69,289.79
81	22	MEDIANA	0.063	62,544.67
82	22	MEDIANA	0.063	54,600.91
83	22	MEDIANA	0.348	315,937.25
84	22	GRANDE	0.078	109,060.76
85	22	MEDIANA	0.151	130,284.43
86	22	GRANDE	0.044	45,581.78
87	22	GRANDE	0.068	59,907.14
88	22	MEDIANA	0.146	125,445.39
89	22	PEQUEÑA	0.288	280,631.30
90	22	MEDIANA	0.078	230,099.87
91	22	MEDIANA	0.128	564,631.31
92	22	MEDIANA	0.081	69,973.32
93	22	PEQUEÑA	0.136	116,740.53
94	22	MEDIANA	0.091	79,734.62
95	22	MEDIANA	0.022	2,888,808.45
96	22	GRANDE	0.068	58,512.77
97	22	MEDIANA	0.053	212,846.56
98	22	MICRO	0.116	100,170.56
99	22	PEQUEÑA	0.070	59,977.13
100	22	MEDIANA	0.083	82,874.53
101	22	PEQUEÑA	0.133	115,981.92
102	22	PEQUEÑA	0.076	65,774.92
103	22	PEQUEÑA	0.105	90,332.61
104	22	MEDIANA	0.076	69,835.89
105	22	MEDIANA	0.172	148,105.77
106	22	MEDIANA	0.080	135,077.15
107	22	PEQUEÑA	0.053	45,907.71
108	22	GRANDE	0.146	125,445.39
109	22	GRANDE	0.076	65,774.92
110	22	MEDIANA	0.148	126,941.48
111	22	PEQUEÑA	0.324	278,903.41
112	22	MEDIANA	0.053	45,776.42
113	22	PEQUEÑA	0.154	132,733.65
114	22	PEQUEÑA	0.105	90,332.61
115	22	MEDIANA	0.011	9,689.24
116	22	PEQUEÑA	0.275	237,995.46
117	22	GRANDE	0.017	14,245.29
118	22	MEDIANA	0.011	22,691.59
119	22	MEDIANA	0.067	57,237.87
120	22	PEQUEÑA	0.076	166,381.67
121	22	MEDIANA	0.080	68,917.43
122	22	GRANDE	0.011	9,182.58
123	22	MEDIANA	0.076	65,774.91
124	22	GRANDE	0.061	73,707.31
125	22	MEDIANA	0.076	65,774.93
126	22	MEDIANA	0.054	54,643.20
127	22	GRANDE	0.043	37,144.92
128	22	GRANDE	0.043	37,318.64
129	22	GRANDE	0.044	38,243.46
130	22	GRANDE	0.043	529,377.58
131	22	MEDIANA	0.054	46,275.29
132	22	GRANDE	0.030	26,090.69
134	22	GRANDE	0.008	7,247.41
135	22	MEDIANA	0.090	77,568.16
136	22	GRANDE	0.076	142,796.80
137	22	MEDIANA	0.096	477,115.43
138	22	MEDIANA	0.231	198,667.50
139	22	MEDIANA	0.316	4,494,433.49
140	22	GRANDE	0.110	95,672.30
141	22	PEQUEÑA	0.122	251,769.02
142	22	MEDIANA	0.044	87,164.36
143	22	MEDIANA	0.110	96,486.02
144	22	PEQUEÑA	0.415	356,777.14
145	22	GRANDE	0.035	29,787.55
190	22	MICRO	0.279	262,764.13

item	CIU	TAMANO	Indicador de energía eléctrica (kWh/miles \$)	Indice de consumo (kcal/millon \$)
146	23	PEQUEÑA	0.415	5,503,402.50
147	23	PEQUEÑA	0.415	4,516,149.70
148	23	PEQUEÑA	0.415	1,174,987.22
149	23	PEQUEÑA	0.271	7,806,469.43
150	23	PEQUEÑA	0.415	446,301.96
151	23	PEQUEÑA	0.289	4,862,461.48
152	23	PEQUEÑA	0.081	804,313.52
153	23	PEQUEÑA	0.415	446,301.96
154	23	MEDIANA	0.289	5,195,982.55
155	23	PEQUEÑA	0.108	3,082,167.78
156	23	GRANDE	0.162	826,062.11
157	23	GRANDE	0.069	90,546.79
158	23	GRANDE	0.167	525,963.84
159	23	PEQUEÑA	0.277	7,522,503.30
160	23	GRANDE	0.188	424,119.79
161	23	MEDIANA	0.289	2,265,810.67
162	23	MEDIANA	0.289	1,505,063.03
163	23	MEDIANA	0.271	6,646,929.12
164	23	MEDIANA	0.302	2,484,507.04
165	23	MEDIANA	0.289	338,392.04
166	23	PEQUEÑA	0.415	446,301.96
167	23	PEQUEÑA	0.240	14,573,710.87
168	23	MICRO	0.415	356,478.99
169	23	MICRO	0.415	10,734,894.09
170	23	MICRO	0.415	3,785,964.28
171	23	MEDIANA	0.271	1,300,562.58
172	23	PEQUEÑA	0.415	6,849,014.76
173	23	MEDIANA	0.276	1,339,184.92
174	23	PEQUEÑA	0.081	69,306.58
175	23	PEQUEÑA	0.081	69,306.28
176	23	PEQUEÑA	0.415	446,301.96
177	23	MEDIANA	0.271	3,706,225.28
178	23	PEQUEÑA	0.227	38,960,568.27
179	23	GRANDE	0.078	424,958.26
180	23	MICRO	0.415	446,301.96
181	23	MEDIANA	0.109	622,333.69
182	23	PEQUEÑA	0.806	696,945.18
183	23	GRANDE	0.119	581,573.42
184	23	GRANDE	0.382	1,745,681.98
185	23	MEDIANA	0.512	5,923,464.22
186	23	MEDIANA	0.380	3,809,826.58
187	23	GRANDE	0.142	339,697.74
188	23	GRANDE	0.185	403,620.43
189	23	GRANDE	0.239	408,820.06
191	23	MEDIANA	0.141	380,181.17
192	23	PEQUEÑA	0.162	1,228,908.90
193	23	MICRO	0.514	3,488,912.37
194	23	PEQUEÑA	0.121	150,270.92
195	23	PEQUEÑA	0.415	14,767,415.27
196	23	MICRO	0.415	28,644,918.75
197	23	MEDIANA	0.108	114,665.49

item	CIU	TAMANO	Indicador de energía eléctrica (kWh/miles \$)	Indice de consumo (kcal/millon \$)
198	24	MEDIANA	0.367	32,071,310.63
199	24	GRANDE	0.623	579,898.79
200	24	GRANDE	0.509	813,283.91
201	24	GRANDE	0.473	406,860.97
202	24	MEDIANA	0.474	407,896.83
203	24	MEDIANA	0.693	596,002.18
204	24	GRANDE	0.998	3,535,875.35
205	24	MEDIANA	2.037	1,766,292.38
206	24	MEDIANA	0.756	650,278.20
207	24	PEQUEÑA	0.259	222,515.17
208	25	MEDIANA	0.005	4,503.46
209	25	GRANDE	0.009	69,769.96
210	25	MEDIANA	0.006	5,122.27
211	25	PEQUEÑA	0.018	15,233.65
212	25	PEQUEÑA	0.018	94,025.98
213	25	MEDIANA	0.005	8,339.45
214	25	PEQUEÑA	0.009	7,777.30
215	25	GRANDE	0.009	47,570.46
216	25	GRANDE	0.007	46,386.54
217	25	MEDIANA	0.010	8,705.29
218	25	MEDIANA	0.033	28,702.01
219	25	MEDIANA	0.033	28,702.03
220	25	MEDIANA	0.035	30,119.26
221	25	MICRO	0.056	47,961.54
222	25	MEDIANA	0.039	38,951.32
223	25	MICRO	0.079	67,908.36
224	25	MEDIANA	0.031	26,619.62
225	25	GRANDE	0.020	28,684.87
226	25	PEQUEÑA	0.012	10,078.02
227	25	MEDIANA	0.019	16,213.96
228	25	PEQUEÑA	0.016	13,920.96
229	25	MEDIANA	0.015	21,463.65
230	25	MEDIANA	0.016	117,565.61
231	25	PEQUEÑA	0.023	19,443.28
232	24	GRANDE	0.306	869,687.55
233	25	MEDIANA	0.023	20,141.64
234	25	PEQUEÑA	0.023	20,141.64
235	25	PEQUEÑA	0.065	55,498.77
236	25	MEDIANA	0.011	91,208.71
237	25	GRANDE	0.011	27,928.30
238	25	GRANDE	0.005	4,119.06
239	25	MEDIANA	0.020	16,905.40
240	25	MICRO	0.287	247,160.05
241	25	MICRO	0.130	111,886.00
242	25	MEDIANA	0.054	46,614.01
243	25	MEDIANA	0.054	945,984.09
244	25	MICRO	0.069	58,916.01
245	25	MEDIANA	0.053	45,909.99
246	25	PEQUEÑA	0.112	96,119.80
247	25	MEDIANA	0.068	58,808.08
248	25	MEDIANA	0.064	344,721.97
249	25	MEDIANA	0.028	23,922.44
250	25	GRANDE	0.028	23,922.44
251	24	GRANDE	0.159	136,456.76
252	25	MICRO	0.483	415,495.10
253	25	MEDIANA	0.054	46,614.01

item	CIU	TAMANO	Indicador de energía eléctrica (kWh/miles \$)	Indice de consumo (kcal/millon \$)
254	26	MEDIANA	0.042	36,138.30
255	26	MEDIANA	0.012	9,899.91
256	27	GRANDE	0.430	380,450.65
257	27	GRANDE	0.027	54,610.46
258	27	GRANDE	0.010	115,019.29
259	27	GRANDE	0.052	179,289.23
260	27	GRANDE	0.051	46,618.78
261	27	GRANDE	0.051	43,793.22
262	27	GRANDE	0.069	110,558.69
263	27	GRANDE	0.019	28,471.26
264	27	MEDIANA	0.088	78,116.43
265	27	MEDIANA	0.169	145,783.47
266	27	PEQUEÑA	0.112	249,036.59
267	27	MEDIANA	0.120	107,821.65
268	27	GRANDE	0.054	63,145.22
269	27	MEDIANA	0.110	95,744.46
270	27	MEDIANA	0.159	137,927.83
271	27	MEDIANA	0.456	437,339.64
272	27	GRANDE	0.067	57,519.20
273	28	GRANDE	0.015	164,950.16
274	28	GRANDE	0.001	14,493.29
275	28	GRANDE	0.008	7,167.59
276	28	MEDIANA	0.004	3,201.28
277	28	PEQUEÑA	0.003	2,156.69

item	CIU	TAMANO	Indicador de energía eléctrica (kWh/miles \$)	Indice de consumo (kcal/millon \$)
278	29	MEDIANA	0.047	40,035.64
279	29	GRANDE	0.015	22,249.90
280	29	MEDIANA	0.044	37,440.22
281	29	MEDIANA	0.062	54,659.47
282	29	PEQUEÑA	0.062	53,014.80
283	29	PEQUEÑA	0.019	16,159.24
284	29	GRANDE	0.002	20,083.90
285	29	PEQUEÑA	0.062	53,014.80
286	29	PEQUEÑA	0.030	25,642.45
287	29	GRANDE	0.029	30,176.54
288	29	MEDIANA	0.018	64,586.35
289	29	MEDIANA	0.023	19,972.45
290	29	PEQUEÑA	0.062	53,014.80
291	29	MICRO	0.062	53,014.80
292	30	PEQUEÑA	0.163	139,934.41
293	30	PEQUEÑA	0.317	272,209.56
294	31	MICRO	0.079	67,907.58
295	31	GRANDE	0.014	29,541.49
296	31	PEQUEÑA	0.079	107,618.02
297	31	PEQUEÑA	0.137	117,508.40
298	31	MEDIANA	0.046	39,331.72
299	31	MICRO	0.079	67,908.36
300	31	Micro	0.079	67,908.36
301	31	MEDIANA	0.054	49,146.75
302	31	GRANDE	0.012	11,623.94
303	31	GRANDE	0.014	11,910.45
304	31	GRANDE	0.017	49,768.05
305	31	MICRO	0.079	67,912.52
306	31	GRANDE	0.076	65,027.83
307	31	PEQUEÑA	0.076	65,029.47
308	31	MICRO	0.079	67,908.36

Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

6.3 ESTIMACIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

A partir de la expansión determinada en el capítulo anterior, y considerando el consumo de energía eléctrica en 2013, se obtienen los consumos por tamaño de establecimiento y CIU, la tabla siguiente muestra estos consumos de energía eléctrica estimados.

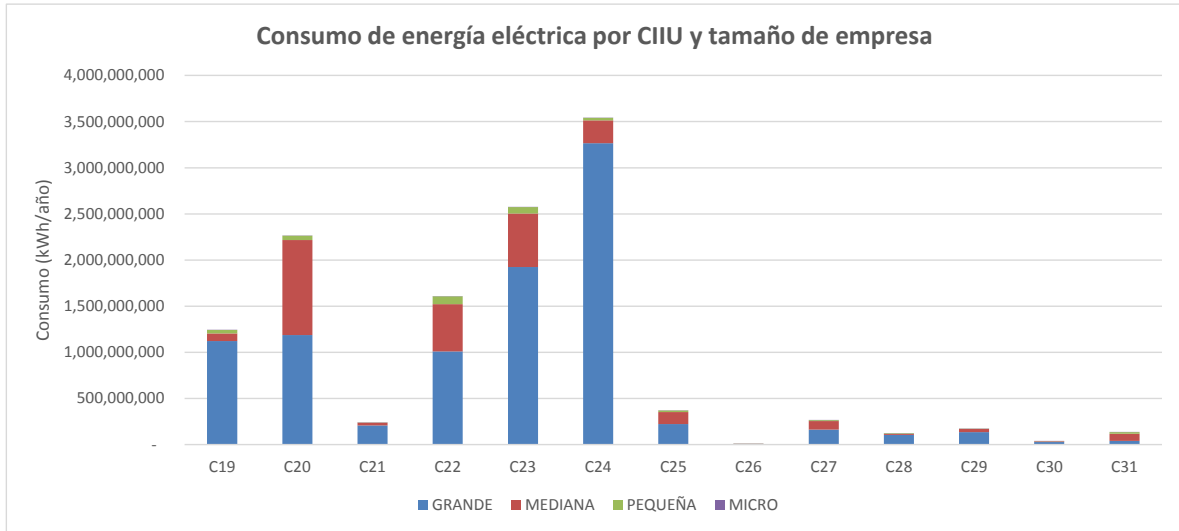
Tabla 61. Consumos estimados de energía eléctrica para los CIU 19 a 31 por tamaño de establecimiento

DIVISIÓN INDUSTRIAL	ENERGIA ELECTRICA CONSUMIDA (kWh) 2013	GRANDE	MEDIANA	PEQUEÑA	MICRO
C19	1,241,500,962	1,122,411,717	82,598,927	36,014,407	475,911
C20	2,265,075,638	1,187,653,986	1,029,011,556	48,266,456	143,641
C21	242,236,810	206,722,542	31,137,185	3,417,441	959,642
C22	1,607,216,857	1,009,945,190	510,818,518	86,176,859	276,291
C23	2,573,541,171	1,924,569,545	579,121,243	69,250,506	599,876
C24	3,540,282,625	3,265,148,127	247,531,658	27,328,765	274,076
C25	370,543,831	222,390,740	131,213,616	16,770,598	168,878
C26	8,531,121	5,044,195	2,267,154	952,346	267,426
C27	265,083,460	163,141,180	91,398,217	10,478,675	65,389
C28	121,543,328	105,636,684	10,092,886	5,760,720	53,038
C29	171,420,853	134,063,513	35,022,321	2,319,056	15,964
C30	37,589,300	27,808,240	7,251,969	2,431,548	97,542
C31	135,734,551	39,728,842	77,176,330	18,787,451	41,928

Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

La figura siguiente muestra el consumo de energía por CIU, se evidencia que el CIU de mayor consumo es el 24, seguido por los CIU 23, 20 y 22, se muestra también que el mayor consumo de energía eléctrica está dado por los establecimientos de tamaño grande, los CIU de menor consumo son el 26 y 30.

Figura 57. Consumo estimado de energía eléctrica por CIU y tamaño de establecimiento



Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

La tabla siguiente muestra los consumos estimados dados en unidades de Tcal.

Tabla 62. Consumo de energía eléctrica dado en Tcal

DIVISIÓN INDUSTRIAL	GRANDE	MEDIANA	PEQUEÑA	MICRO
C19	965.3	71.0	31.0	0.4
C20	1,021.4	884.9	41.5	0.1
C21	177.8	26.8	2.9	0.8
C22	868.6	439.3	74.1	0.2
C23	1,655.1	498.0	59.6	0.5
C24	2,808.0	212.9	23.5	0.2
C25	191.3	112.8	14.4	0.1
C26	4.3	1.9	0.8	0.2
C27	140.3	78.6	9.0	0.1
C28	90.8	8.7	5.0	0.0
C29	115.3	30.1	2.0	0.0
C30	23.9	6.2	2.1	0.1
C31	34.2	66.4	16.2	0.0

Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

6.4 ESTIMACIÓN DEL CONSUMO DE GAS NATURAL

Considerando el consumo de gas natural reportado por CONCENTRA, y aplicando los factores de participación resultado del análisis de extrapolación, se puede obtener el consumo de gas natural por CIU y tamaño de establecimiento, la tabla siguiente muestra el consumo de gas natural.

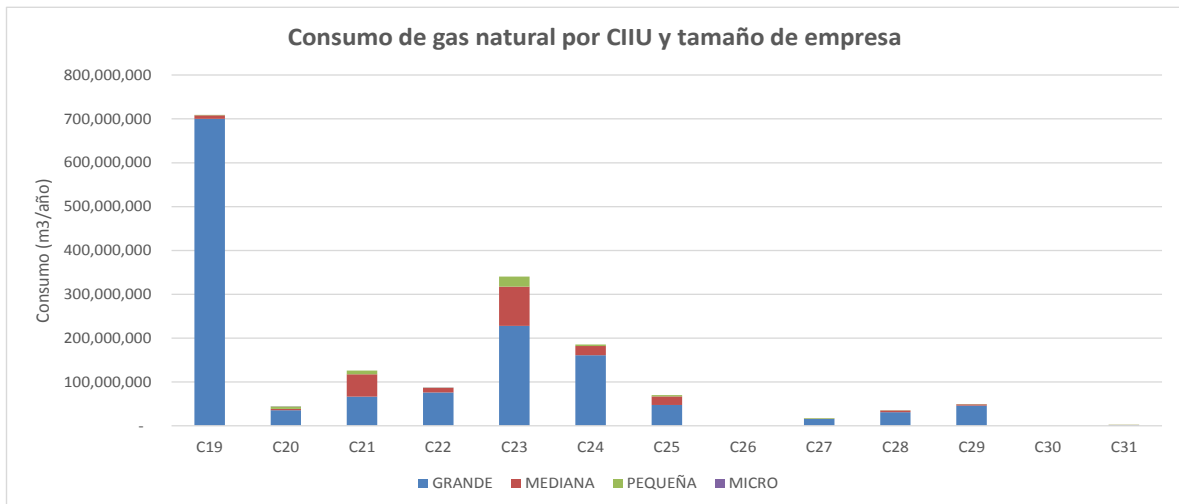
Tabla 63. Consumos estimados de gas natural para los CIU 19 a 31 por tamaño de establecimiento

DIVISIÓN INDUSTRIAL	GAS NATURAL (m3)	GRANDE	MEDIANA	PEQUEÑA	MICRO
C19	709,274,568	700,015,482	8,416,430	842,656	-
C20	44,064,217	35,699,373	2,830,336	5,531,141	3,368
C21	126,179,621	66,335,141	51,176,577	8,667,903	-
C22	86,943,239	75,923,518	10,678,800	340,117	804
C23	340,240,974	227,772,219	89,605,357	22,863,398	-
C24	185,500,609	160,771,005	21,147,756	3,581,848	-
C25	70,193,582	47,637,892	19,288,713	3,266,977	-
C26	0	-	-	-	-
C27	17,231,821	15,626,730	108,657	1,496,434	-
C28	35,581,420	30,837,961	4,056,414	687,045	-
C29	49,452,436	45,797,744	3,125,345	529,347	-
C30	0	-	-	-	-
C31	2,283,289	1,753,484	230,653	299,153	-

Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

En la figura siguiente se muestra el consumo de gas natural, el CIU de mayor consumo es el 19, seguido por los CIU 23 y 24, los CIU 26 y 30 no reportaron consumos de este energético.

Figura 58. Consumo estimado de gas natural por CIU y tamaño de establecimiento



Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

La tabla siguiente muestra el consumo estimado de gas natural dado en unidades de Tcal.

Tabla 64. Consumo de gas natural dado en Tcal

DIVISIÓN INDUSTRIAL	GRANDE	MEDIANA	PEQUEÑA	MICRO
C19	5,861.2	5,784.7	69.6	7.0
C20	364.1	295.0	23.4	45.7
C21	1,042.7	548.2	422.9	71.6
C22	718.5	627.4	88.2	2.8
C23	2,811.6	1,882.2	740.5	188.9
C24	1,532.9	1,328.6	174.8	29.6
C25	580.1	393.7	159.4	27.0
C26	0.0	0.0	0.0	0.0
C27	142.4	129.1	0.9	12.4
C28	294.0	254.8	33.5	5.7
C29	408.7	378.5	25.8	4.4
C30	0.0	0.0	0.0	0.0
C31	18.9	14.5	1.9	2.5

Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

6.5 ESTIMACIÓN DEL CONSUMO DE CARBÓN MINERAL

La tabla siguiente muestra los consumos estimados de carbón mineral, solo se encontró el uso de este energético en los CIU 19, 20, 23 y 24.

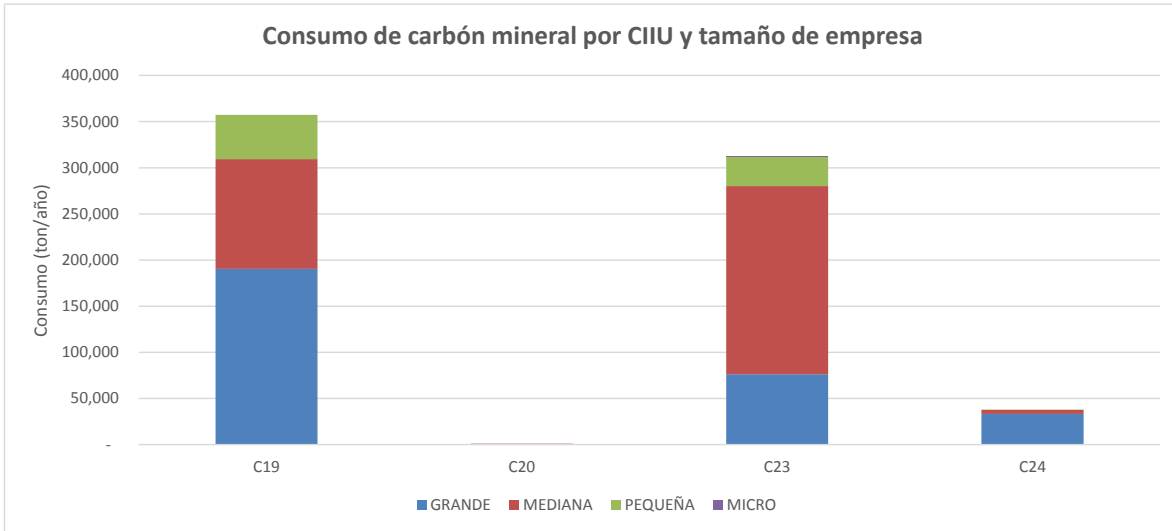
Tabla 65. Consumos estimados de carbón mineral para los CIU 19 a 31 por tamaño de establecimiento

DIVISIÓN INDUSTRIAL	CARBÓN MINERAL (TON)	GRANDE	MEDIANA	PEQUEÑA	MICRO
C19	357,405	190,356	119,135	47,914	-
C20	905	525	379	-	-
C23	312,073	76,199	204,035	31,727	113
C24	38,061	33,127	4,485	449	-

Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

Se evidencia que el CIU 19 y 23 son los de mayor consumo de este energético, seguido por el 24, el CIU reporta un consumo muy bajo.

Figura 59. Consumo estimado de carbón mineral por CIU y tamaño de establecimiento



Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

La tabla siguiente muestra el consumo estimado de carbón mineral en unidades de Tcal.

Tabla 66. Consumo de carbón mineral dado en Tcal

DIVISIÓN INDUSTRIAL	GRANDE	MEDIANA	PEQUEÑA	MICRO
C19	2,323.1	1,237.3	774.4	311.4
C20	5.9	3.4	2.5	0.0
C23	2,028.5	495.3	1,326.2	206.2
C24	247.4	215.3	29.2	2.9

Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

6.6 OTROS ENERGÉTICOS

En las plantas evaluadas se encontraron empresas que usaban energéticos adicionales al gas natural y al carbón, del total de la muestra se evidenció que el 14% de estas empresas usaban otro combustible para procesos térmicos el cual es complementario del energético principal. El GLP es el tercer combustible usado por el sector industrial CIU 19 a 31 el cual es usado en hornos y calderas, el Diésel o ACPM participa con el 2,1% principalmente en respaldo de calderas o motores de malacates, la biomasa se utiliza como complemento del uso de carbón. La tabla siguiente muestra la participación de los otros combustibles.

Tabla 67. Otros combustibles usados en el sector industrial CIU 19 a 31

ENERGÉTICO	PARTICIPACIÓN
GLP	9,4%
ACPM	2,1%
Biomasa	1,5%
Leña	0,9%
Aceite quemado	0,6%
Crudo de Castilla	0,3%

Los subsectores donde se utilizaron estos energéticos se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 68. Otros combustibles del sector industrial CIU 19 a 31 por CIU

ENERGÉTICO	20	22	23	24	25	26	27	28	29	31
GLP	1,82%	1,82%	1,52%	0,91%	0,91%	0,30%	1,21%		0,30%	0,61%
ACPM	0,61%							1,52%		
Biomasa			1,52%							
Leña			0,91%							
Aceite quemado				0,61%						
Crudo de Castilla					0,30%					

A partir de las empresas en las cuales se encontraron estos energéticos, se promedia un consumo de energía y a su vez el índice de consumo energético dado en kcal por millones de pesos, la tabla siguiente muestra los resultados de este análisis.

Tabla 69. Consumo y activos promedio e índice de consumo de energía

ENERGÉTICO	CONSUMO (kcal/año)	ACTIVOS	ÍNDICE DE CONSUMO (kcal/millones de pesos)
GLP	99.361.385	\$22.230.518.804	4.470
ACPM	26.810.442	\$45.812.329.000	585
Biomasa	322.660.424	\$940.889.359	342.931
Leña	325.849.471	\$2.662.370.248	122.391
Aceite quemado	15.132.553	\$5.919.511.000	2.556
Crudo de Castilla	1.148.984.953	\$15.070.637.000	76.240

7. CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DEL SECTOR INDUSTRIAL EN COLOMBIA CIU 19 A 31

7.1 CIU 19

7.1.1 Establecimientos

El CIU 19 según la EAM, está conformado por 116 establecimientos, los cuales representan el 2.50% del total de establecimientos que componen el CIU 19 a 31, a partir del análisis del universo de la muestra se concluye que 28 establecimientos son de tamaño grande, 32 establecimientos son de tamaño mediano, 53 establecimientos son de tamaño pequeño y solo 3 establecimientos son de tamaño micro.

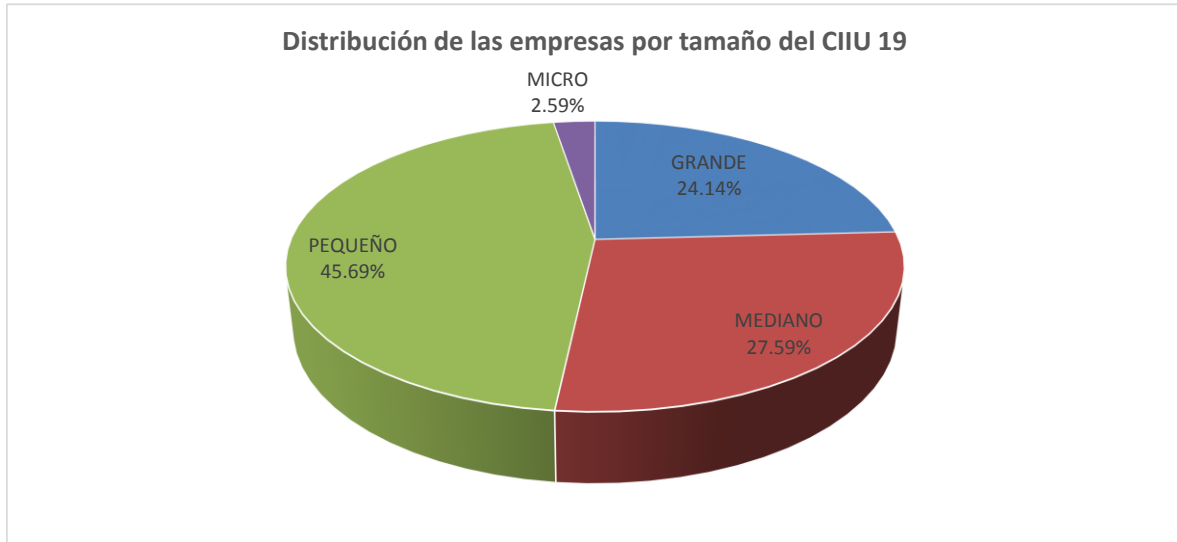
Tabla 70. Establecimientos del CIU 19

DIVISIÓN INDUSTRIAL	GRANDE	MEDIANO	PEQUEÑO	MICRO	TOTAL
C19	28	32	53	3	116

Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

La figura siguiente muestra la participación por tamaño de establecimiento, cabe notar que los establecimientos de tamaño pequeño son los de mayor participación en la composición de empresas de este CIU con el 45,69%, seguido por los establecimientos de tamaño mediano, grande y micro, con una participación de 27.59%, 24,14% y 2,59% respectivamente.

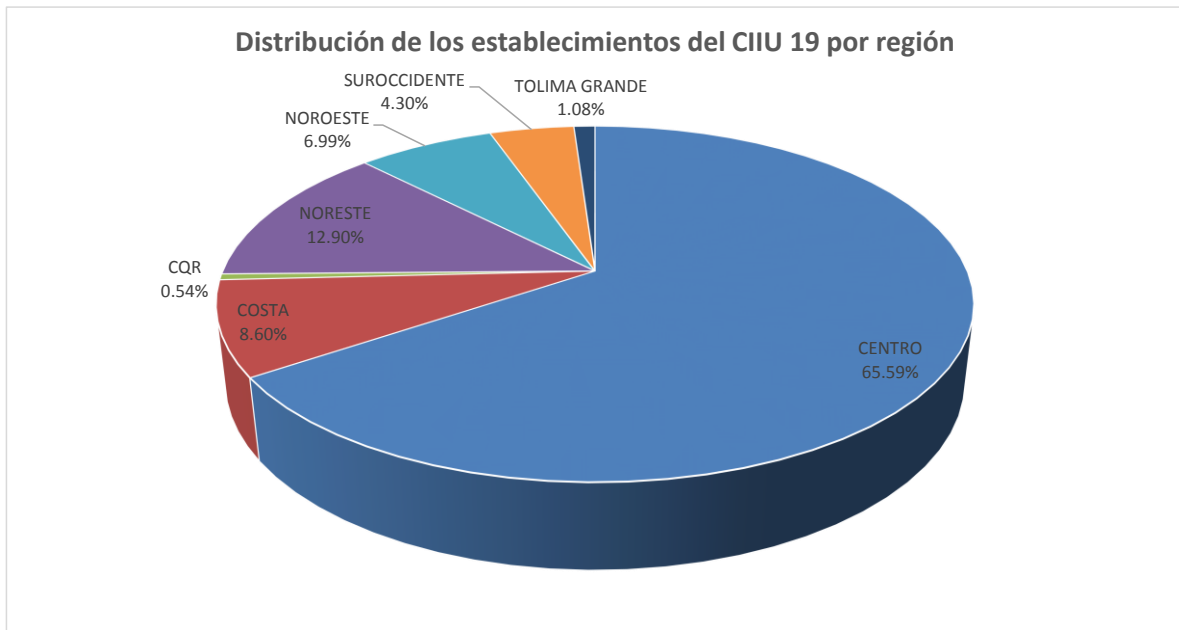
Figura 60. Participación de establecimientos del CIU 19 por tamaño



Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

En cuanto a la distribución de los establecimientos del CIU 19 por región, para este subsector los establecimientos se ubican principalmente en la región Centro con el 65,59%, seguido por la región Noreste y Costa con el 12,90% y 8,6% respectivamente. La figura siguiente muestra esta distribución.

Figura 61. Distribución de los establecimientos del CIU 19 por región



Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

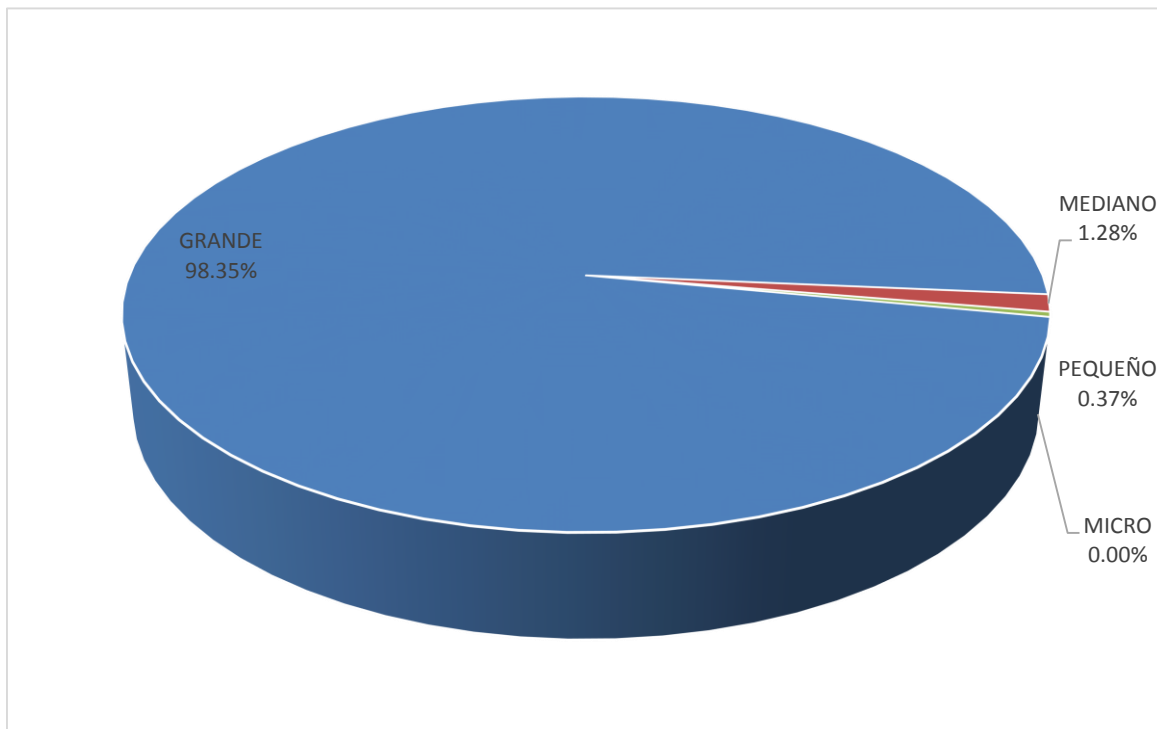
Considerando la base de datos de la EAM del DANE y el análisis a las bases de datos de Byton y Supersociedades, se tiene que la producción bruta para este subsector alcanza los \$ 44.573.452.835.000, la tabla siguiente muestra la producción bruta por tamaño de empresa, y la figura siguiente muestra esta participación.

Tabla 71. Producción bruta por tamaño de establecimiento del CIU 19 (miles de pesos)

DIVISIÓN INDUSTRIAL	GRANDE	MEDIANO	PEQUEÑO	MICRO	TOTAL
C19	\$43,837,084,771	\$ 568,838,813	\$ 166,377,208	\$ 1,152,043	\$ 44,573,452,835

Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

Tabla 72. Participación de la producción bruta por tamaño de establecimiento del CIU 19



Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

7.1.2 Energéticos

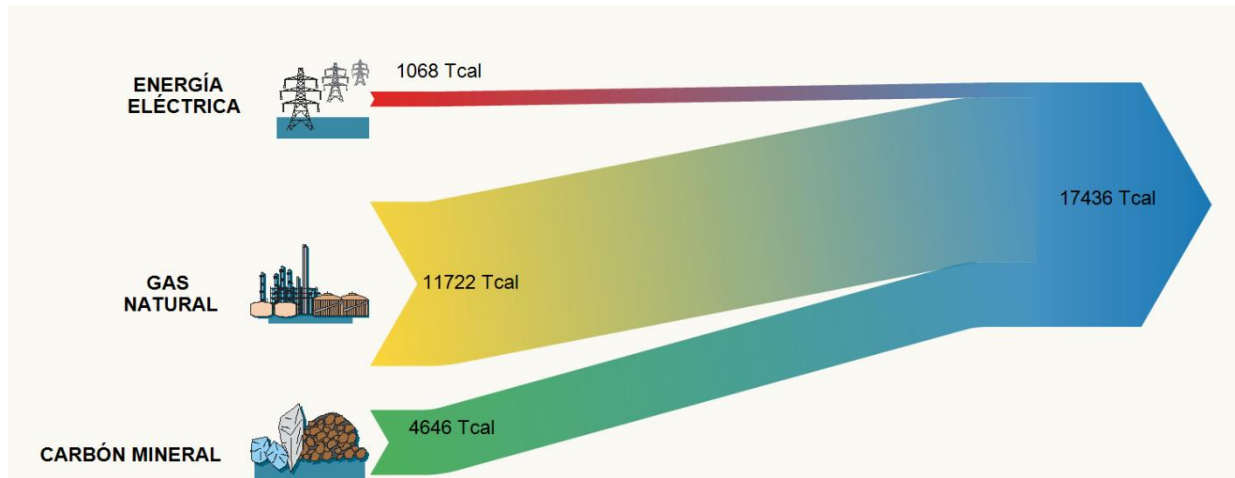
El CIU 19 consume energía eléctrica (1.241.500.962 kWh/año), gas natural (709.274.568 m³/año) y carbón mineral (357.405 ton) principalmente, lo anterior corresponde al consumo en 2013 de 17.436 Tcal, la tabla y figura siguiente muestra el consumo de energéticos para este año.

Tabla 73. Consumo de energéticos para el CIU 19

DIVISIÓN INDUSTRIAL	GRANDE	MEDIANA	PEQUEÑA	MICRO	Total
Energía Eléctrica (kWh)	1,122,411,717	82,598,927	36,014,407	475,911	1,241,500,962
Gas Natural (m ³)	700,015,482	8,416,430	842,656		709,274,568
Carbón Mineral (ton)	190,356	119,135	47,914		357,405

Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

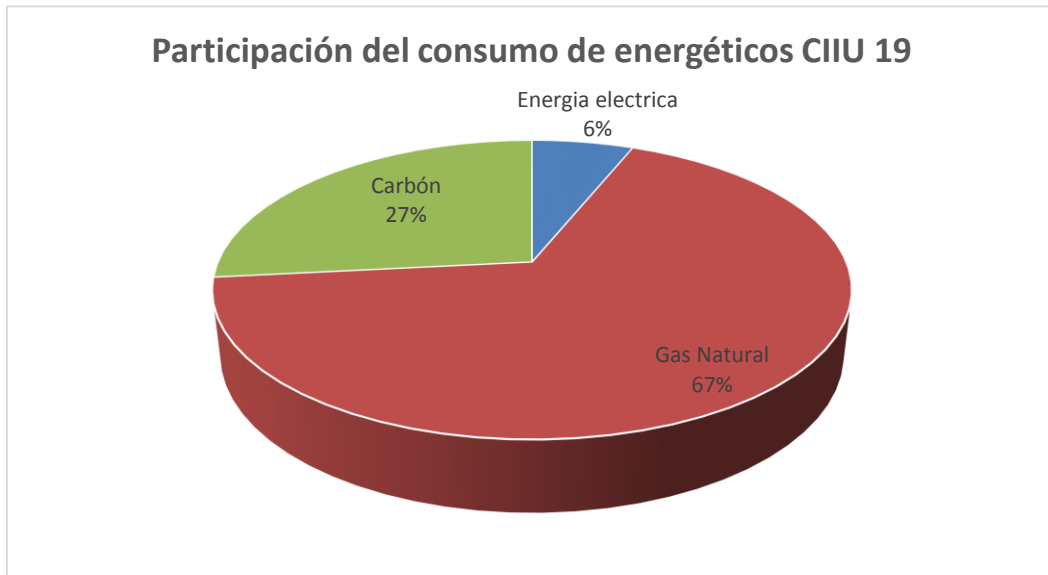
Figura 62. Diagrama de Sankey del consumo de energéticos en CIU 19



Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

De lo anterior el 67% del consumo es gas natural, 27% carbón y el 6% restante energía eléctrica.

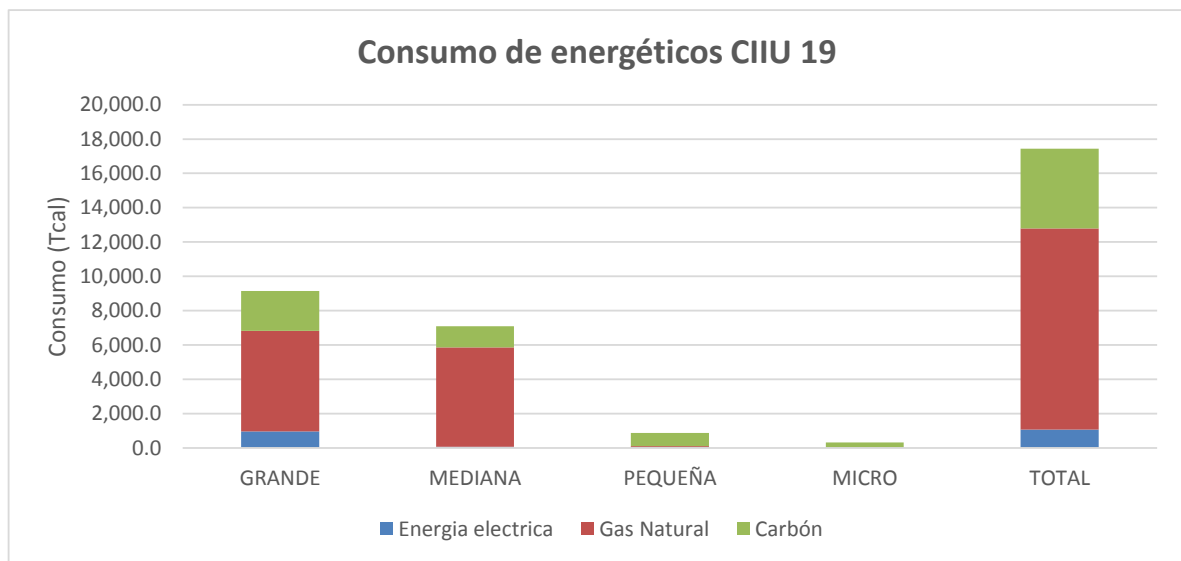
Figura 63. Participación del uso de energéticos en el CIU 19



Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

La figura siguiente muestra el consumo de energéticos por tamaño de empresa, nótese que las empresas grandes y medianas son las de mayor consumo.

Figura 64. Consumo de energéticos en el CIU 19 por tamaño de empresa



Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

7.1.3 Usos finales de la energía

Para este CIU se realizó evaluación energética en 20 establecimientos para todos los tamaños, la tabla siguiente muestra el número de establecimientos medidos por tamaño. En este CIU no se encontraron empresas de tamaño micro.

Tabla 74. Tipo de establecimientos medidos para el CIU 19

Tamaño	Establecimientos
GRANDE	5
MEDIANA	6
PEQUEÑA	9
Total general	20

Fuente: 2014, CORPOEMA

A partir del análisis de las evaluaciones realizadas en las empresas ubicadas en este CIU, se puede determinar la caracterización energética por usos finales, la tabla y figura siguientes, muestran la participación del consumo final de energía por uso final para el CIU 19, en esta caracterización se incluye todos los establecimientos evaluados como uno solo por tamaño.

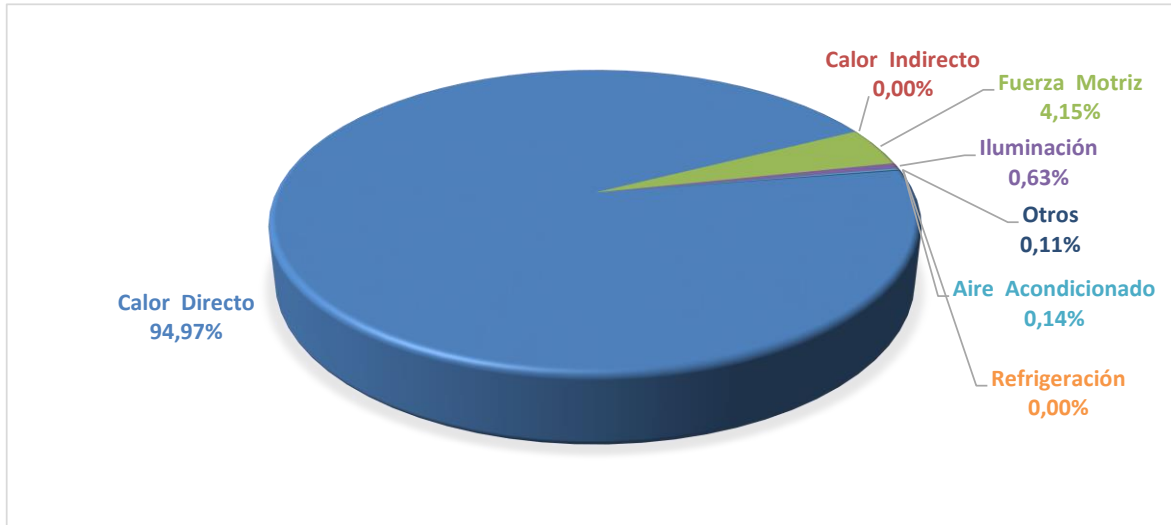
Tabla 75. Caracterización energética por usos finales – CIU 19

Uso Final	
Calor Directo	95,0%
Calor Indirecto	0,0%
Fuerza Motriz	4,2%
Iluminación	0,6%
Otros	0,1%
Aire Acondicionado	0,0%
Refrigeración	0,1%

Fuente: 2014, CORPOEMA

Cabe notar, que el uso final de mayor participación es el calor directo con el 95% seguido por equipos de fuerza motriz con el 4,2 %, los usos finales restantes participan con el 0,8%. La figura siguiente ilustra esta participación.

Figura 65. Participación del consumo de energía por uso final CIU 19



Fuente: 2014, CORPOEMA

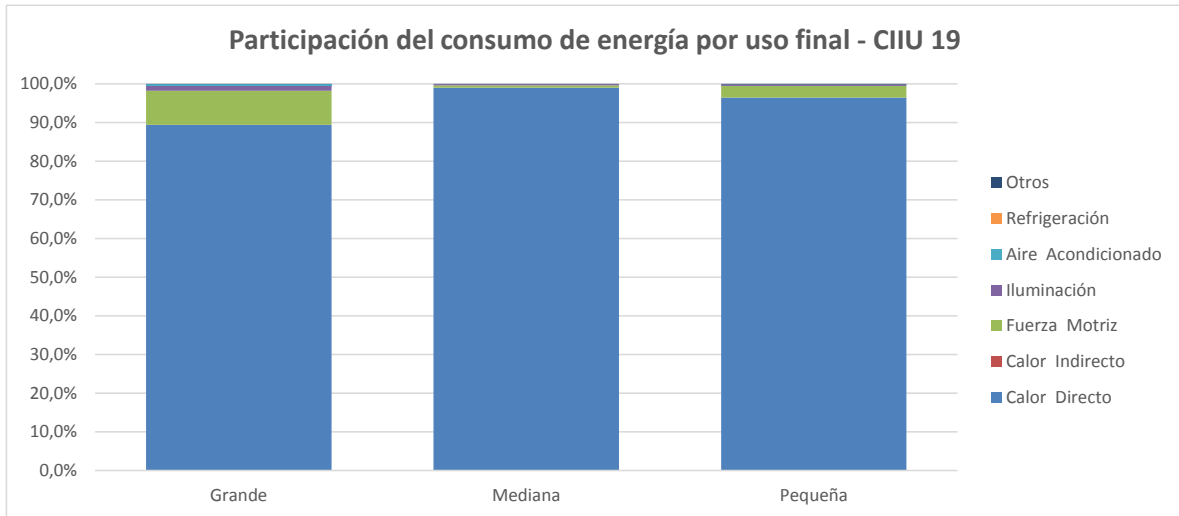
La tabla y figura siguientes muestran la participación del consumo de energía por uso final por tamaño de empresa, nótese que en los tres tamaños de empresa los usos de mayor participación son la fuerza motriz y el calor directo.

Tabla 76. Caracterización energética por usos finales y tamaño de empresa – CIU 19

Uso final	Grande	Mediana	Pequeña
Calor Directo	89,5%	99,0%	96,5%
Calor Indirecto	0,0%	0,0%	0,0%
Fuerza Motriz	8,8%	0,6%	3,0%
Iluminación	1,3%	0,3%	0,3%
Aire Acondicionado	0,4%	0,0%	0,0%
Refrigeración	0,0%	0,0%	0,0%
Otros	0,1%	0,0%	0,2%

Fuente: 2014, CORPOEMA

Figura 66. Participación del consumo de energía por uso final y tamaño de empresa - CIU 19



Fuente: 2014, CORPOEMA

7.2 CIU 20

7.2.1 Establecimientos

El CIU 20 según la EAM, está conformado por 602 establecimientos, los cuales representan el 12,99% del total de establecimientos que componen el CIU 19 a 31, a partir del análisis del universo de la muestra se concluye que 174 establecimientos son de tamaño grande, 211 establecimientos son de tamaño mediano, 214 establecimientos son de tamaño pequeño y solo 3 establecimientos son de tamaño micro.

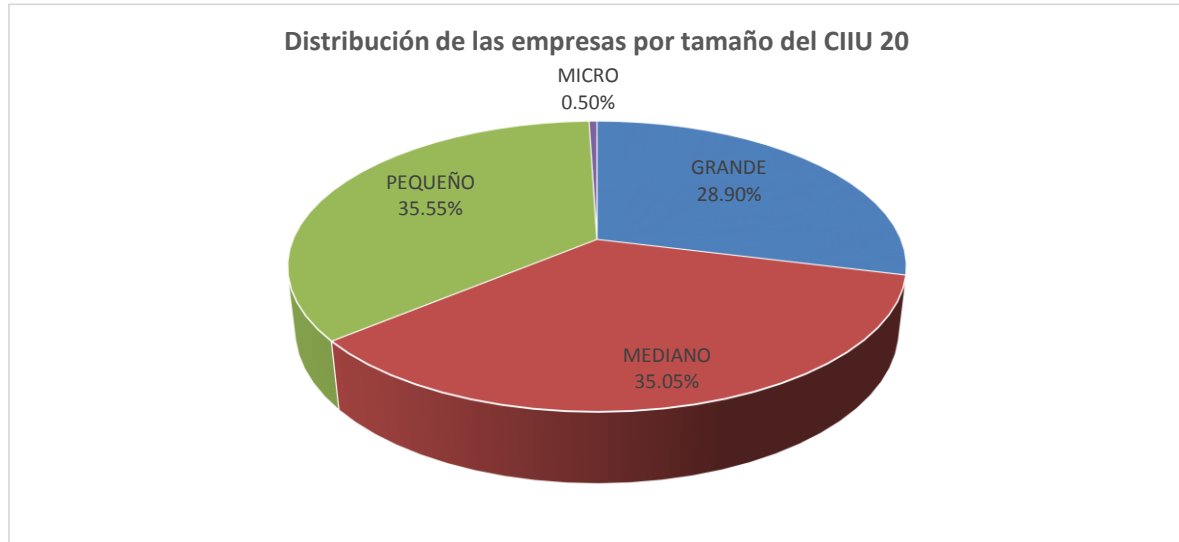
Tabla 77. Establecimientos del CIU 20

DIVISIÓN INDUSTRIAL	GRANDE	MEDIANO	PEQUEÑO	MICRO	TOTAL
C20	174	211	214	3	602

Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

La figura siguiente muestra la participación por tamaño de establecimiento, cabe notar que los establecimientos de tamaño mediano y pequeño son los de mayor participación en la composición de empresas de este CIU con el 35% cada uno, seguido por los establecimientos de tamaño grande y micro, con una participación de 28,90% y 0,5% respectivamente.

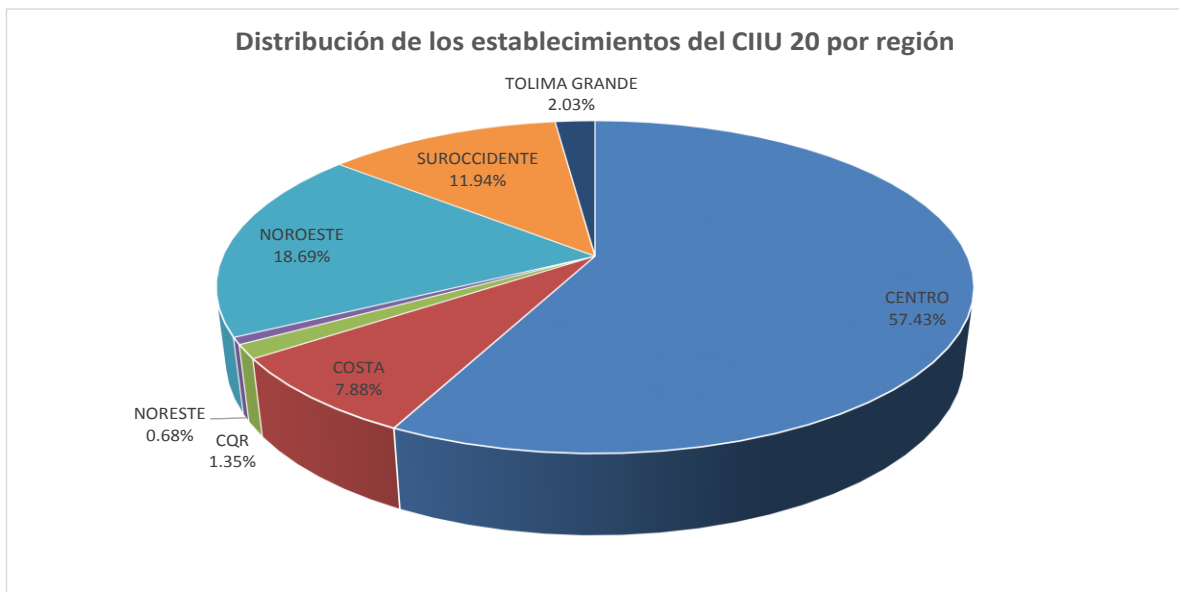
Figura 67. Participación de establecimientos del CIU 20 por tamaño



Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

En cuanto a la distribución de los establecimientos del CIU 20 por región, para este subsector los establecimientos se ubican principalmente en la región Centro con el 57,4%, seguido por la región Noroeste y Suroccidente con el 18,69% y 11,94% respectivamente. La figura siguiente muestra esta distribución.

Figura 68. Distribución de los establecimientos del CIU 20 por región



Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

Considerando la base de datos de la EAM del DANE y el análisis a las bases de datos de Byton y Supersociedades, se tiene que la producción bruta para este subsector alcanza los

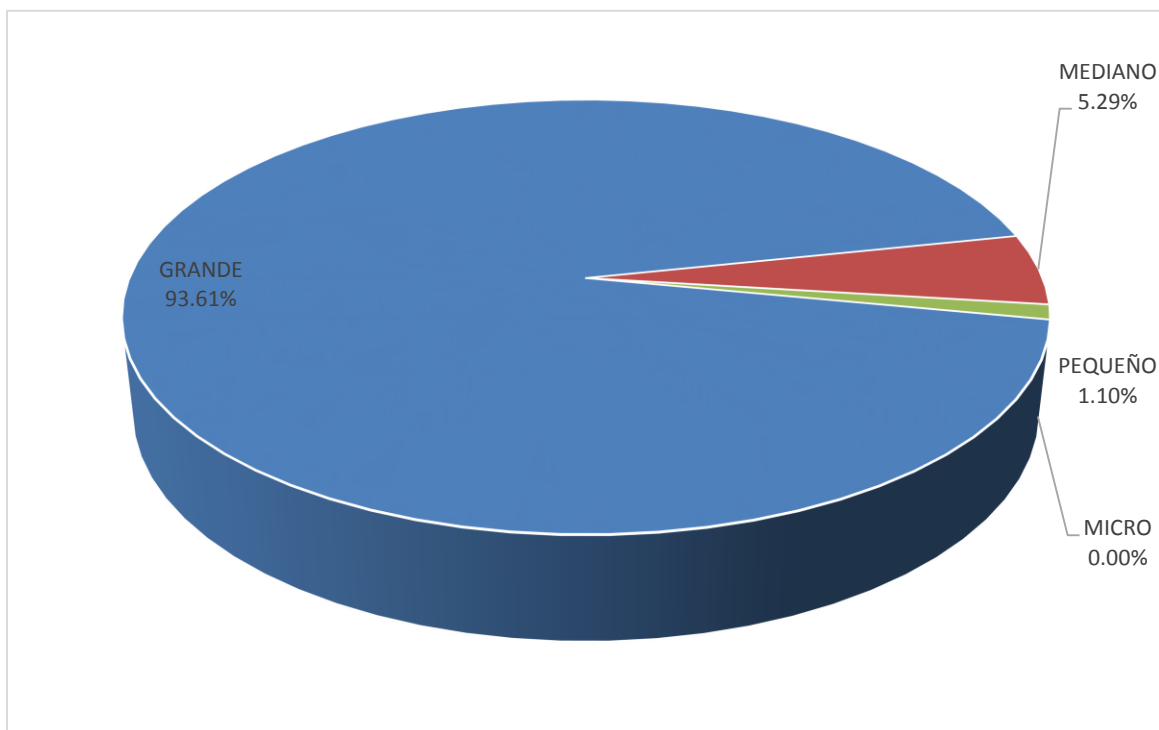
\$ 20.185.036.165.000, la tabla siguiente muestra la producción bruta por tamaño de empresa, y la figura siguiente muestra esta participación.

Tabla 78. Producción bruta por tamaño de establecimiento del CIU 20 (miles de pesos)

DIVISIÓN INDUSTRIAL	GRANDE	MEDIANO	PEQUEÑO	MICRO	TOTAL
C20	\$18,896,195,564	\$1,066,890,694	\$ 221,828,579	\$ 121,328	\$20,185,036,165

Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

Tabla 79. Participación de la producción bruta por tamaño de establecimiento del CIU 20



Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

7.2.2 Energéticos

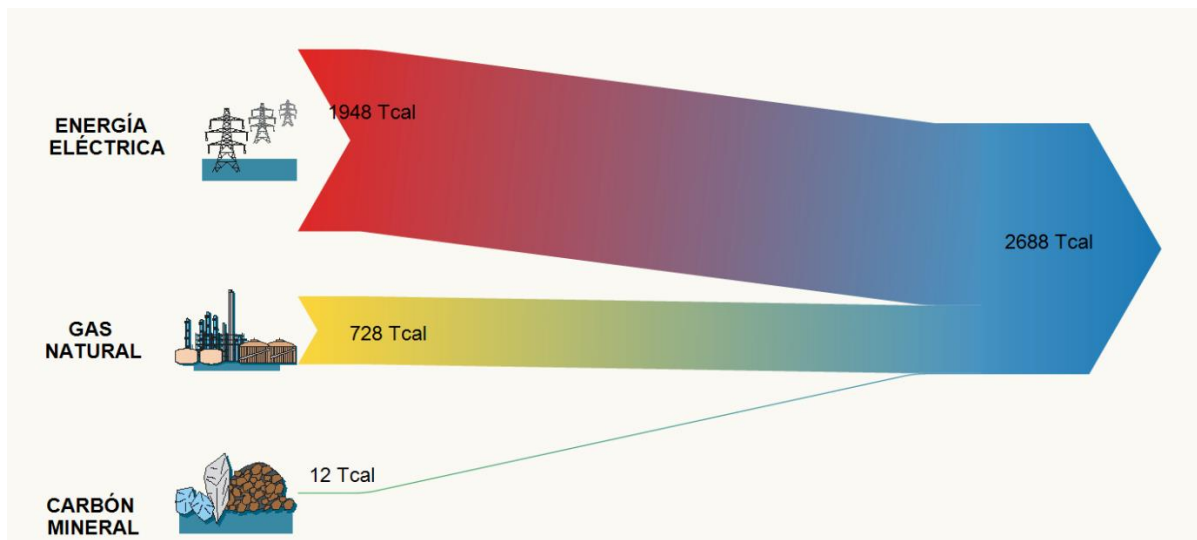
El CIU 20 consume energía eléctrica (2.265.075.638 kWh/año), gas natural (44.064.217 m³/año) y carbón mineral (905 ton) principalmente, lo anterior corresponde al consumo en 2013 de 2.688 Tcal, la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y figura siguiente muestra el consumo de energéticos para este año.

Tabla 80. Consumo de energéticos para el CIU 20

ENERGÉTICO	GRANDE	MEDIANA	PEQUEÑA	MICRO	TOTAL
Energía eléctrica (kWh)	1,187,653,986	1,029,011,556	48,266,456	143,641	2,265,075,638
Gas Natural (m3)	35,699,373	2,830,336	5,531,141	3,368	44,064,217
Carbón (ton)	525	379	-	-	905

Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

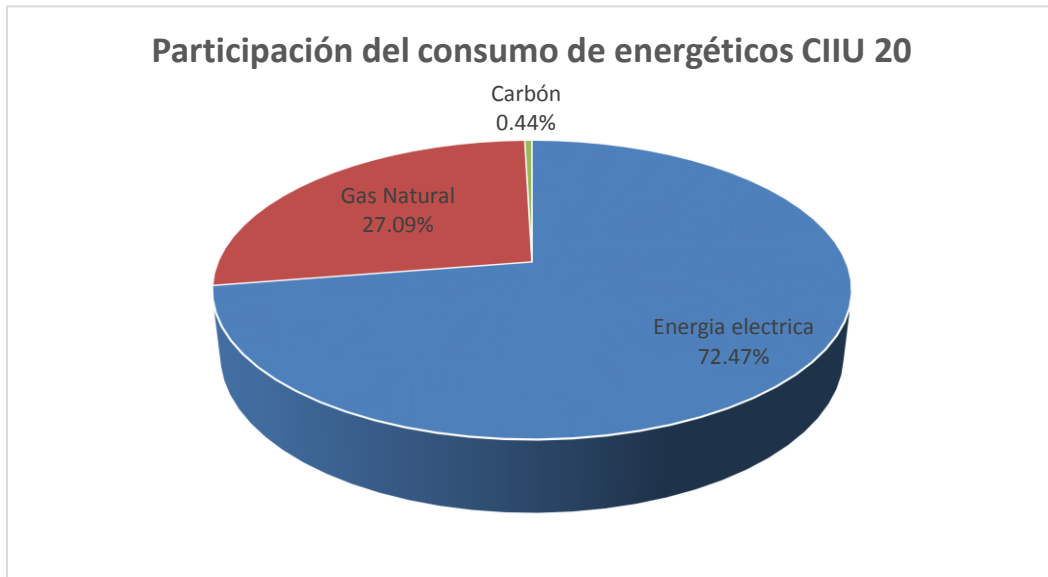
Figura 69. Diagrama de Sankey del consumo de energéticos en CIU 20



Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

De lo anterior el 72,5% del consumo es energía eléctrica, 27,09% gas natural y el 0,44% restante carbón.

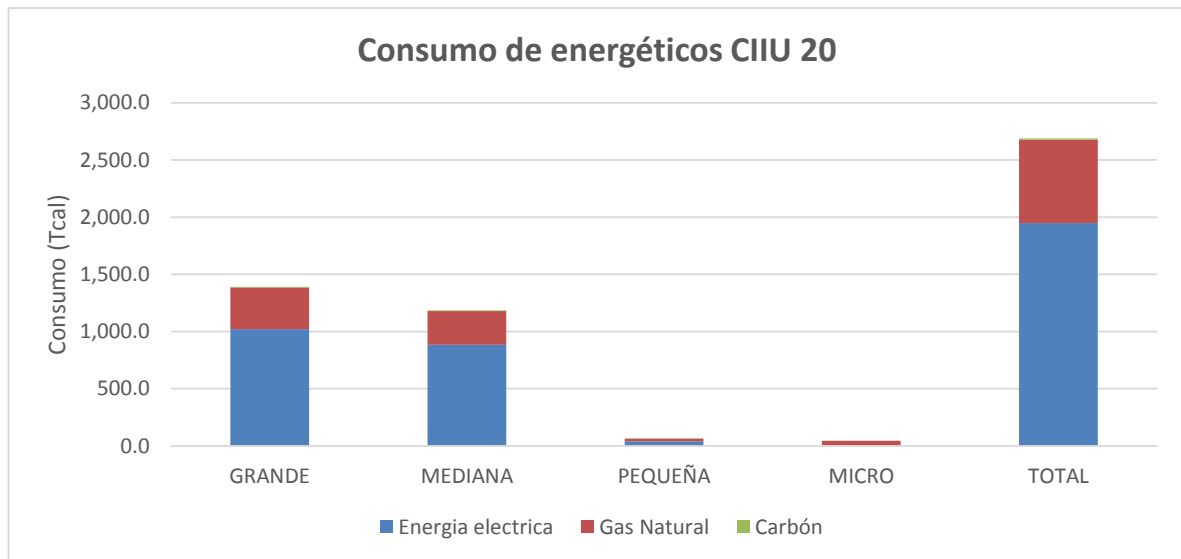
Figura 70. Participación del uso de energéticos en el CIU 20



Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

La figura siguiente muestra el consumo de energéticos por tamaño de empresa, nótese que las empresas grandes y medianas son las de mayor consumo.

Figura 71. Consumo de energéticos en el CIU 20 por tamaño de empresa



Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

7.2.3 Usos finales de la energía

Para este CIU se realizó evaluación energética en 38 establecimientos para todos los tamaños, la tabla siguiente muestra el número de establecimientos medidos por tamaño. En este CIU no se encontraron empresas de tamaño micro.

Tabla 81. Tipo de establecimientos medidos para el CIU 20

Tamaño	Establecimientos
GRANDE	11
MEDIANA	18
PEQUEÑA	9
Total general	38

Fuente: 2014, CORPOEMA

A partir del análisis de las evaluaciones realizadas en las empresas ubicadas en este CIU, se puede determinar la caracterización energética por usos finales, la tabla y figura siguientes, muestran la participación del consumo final de energía por uso final para el CIU 20, en esta caracterización se incluye todos los establecimientos evaluados como uno solo por tamaño.

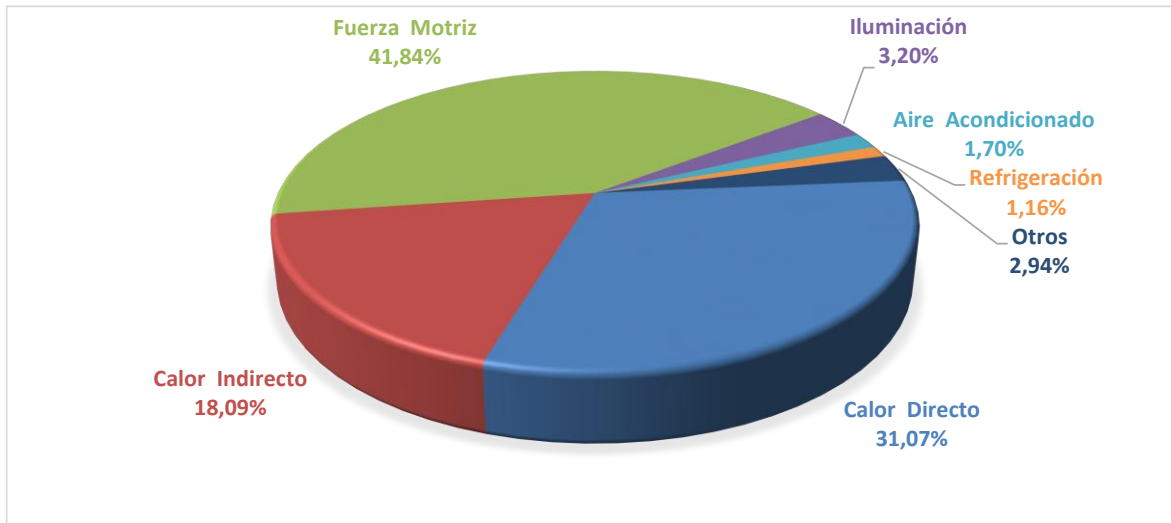
Tabla 82. Caracterización energética por usos finales – CIU 20

Uso Final	
Calor Directo	31,1%
Calor Indirecto	18,1%
Fuerza Motriz	41,8%
Iluminación	3,2%
Otros	1,7%
Aire Acondicionado	1,2%
Refrigeración	2,9%

Fuente: 2014, CORPOEMA

Cabe notar, que el uso final de mayor participación es fuerza motriz con el 41,8% seguido por calor directo con el 31,1%, calor indirecto con 18,1%, los usos finales restantes participan con el 9%. La figura siguiente ilustra esta participación.

Figura 72. Participación del consumo de energía por uso final CIU 20



Fuente: 2014, CORPOEMA

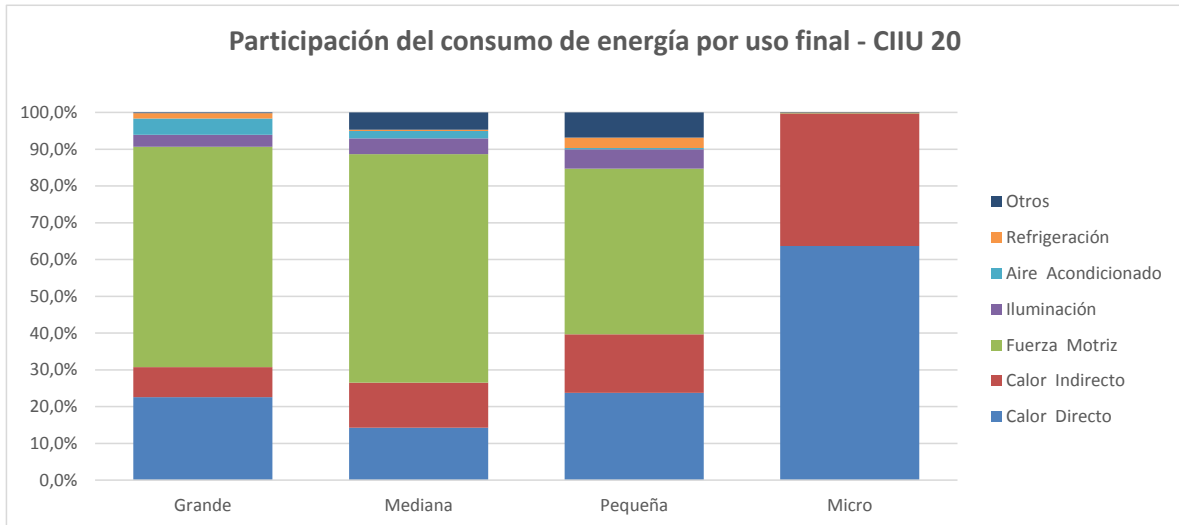
La tabla y figura siguientes muestran la participación del consumo de energía por uso final por tamaño de empresa, nótese que en los tres tamaños de empresa los usos de mayor participación son la fuerza motriz, el calor directo y el calor indirecto.

Tabla 83. Caracterización energética por usos finales y tamaño de empresa – CIU 20

Uso final	Grande	Mediana	Pequeña	Micro
Calor Directo	22,6%	14,3%	23,8%	63,7%
Calor Indirecto	8,2%	12,2%	15,9%	36,1%
Fuerza Motriz	59,9%	62,2%	45,0%	0,2%
Iluminación	3,2%	4,3%	5,3%	0,0%
Aire Acondicionado	4,5%	2,0%	0,3%	0,0%
Refrigeración	1,4%	0,4%	2,9%	0,0%
Otros	0,2%	4,7%	6,8%	0,0%

Fuente: 2014, CORPOEMA

Figura 73. Participación del consumo de energía por uso final y tamaño de empresa - CIU 20



Fuente: 2014, CORPOEMA

7.3 CIU 21

7.3.1 Establecimientos

El CIU 21 según la EAM, está conformado por 214 establecimientos, los cuales representan el 4,62% del total de establecimientos que componen el CIU 19 a 31, a partir del análisis del universo de la muestra se concluye que 63 establecimientos son de tamaño grande, 83 establecimientos son de tamaño mediano, 64 establecimientos son de tamaño pequeño y 4 establecimientos son de tamaño micro.

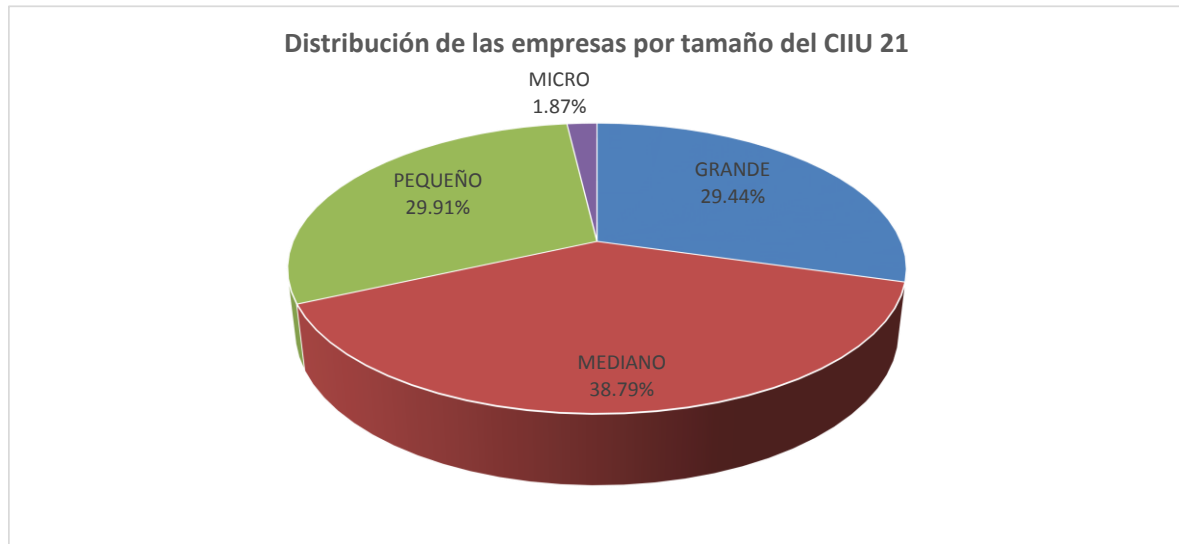
Tabla 84. Establecimientos del CIU 21

DIVISIÓN INDUSTRIAL	GRANDE	MEDIANO	PEQUEÑO	MICRO	TOTAL
C21	63	83	64	4	214

Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

La figura siguiente muestra la participación por tamaño de establecimiento, cabe notar que los establecimientos de tamaño mediano son los de mayor participación en la composición de empresas de este CIU con el 38,79% cada uno, seguido por los establecimientos de tamaño pequeño, grande y micro, con una participación de 29,91, 29,44% y 1,87% respectivamente.

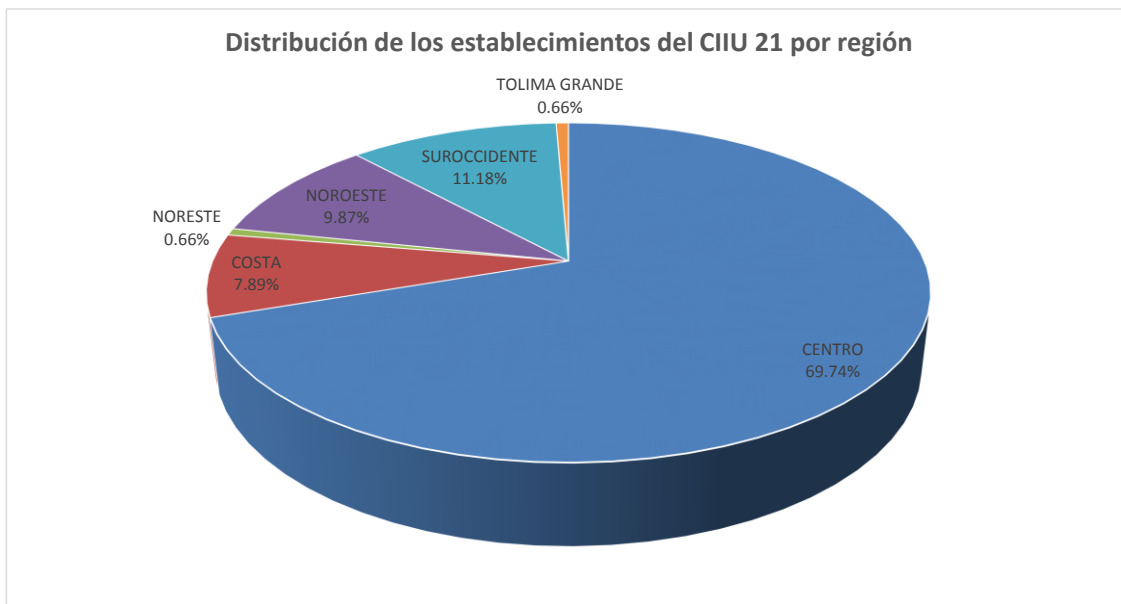
Figura 74. Participación de establecimientos del CIU 21 por tamaño



Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

En cuanto a la distribución de los establecimientos del CIU 20 por región, para este subsector los establecimientos se ubican principalmente en la región Centro con el 69,74%, seguido por la región Noroeste y Suroccidente con el 9,87% y 11,18% respectivamente. La figura siguiente muestra esta distribución.

Figura 75. Distribución de los establecimientos del CIU 21 por región



Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

Considerando la base de datos de la EAM del DANE y el análisis a las bases de datos de Byton y Supersociedades, se tiene que la producción bruta para este subsector alcanza los

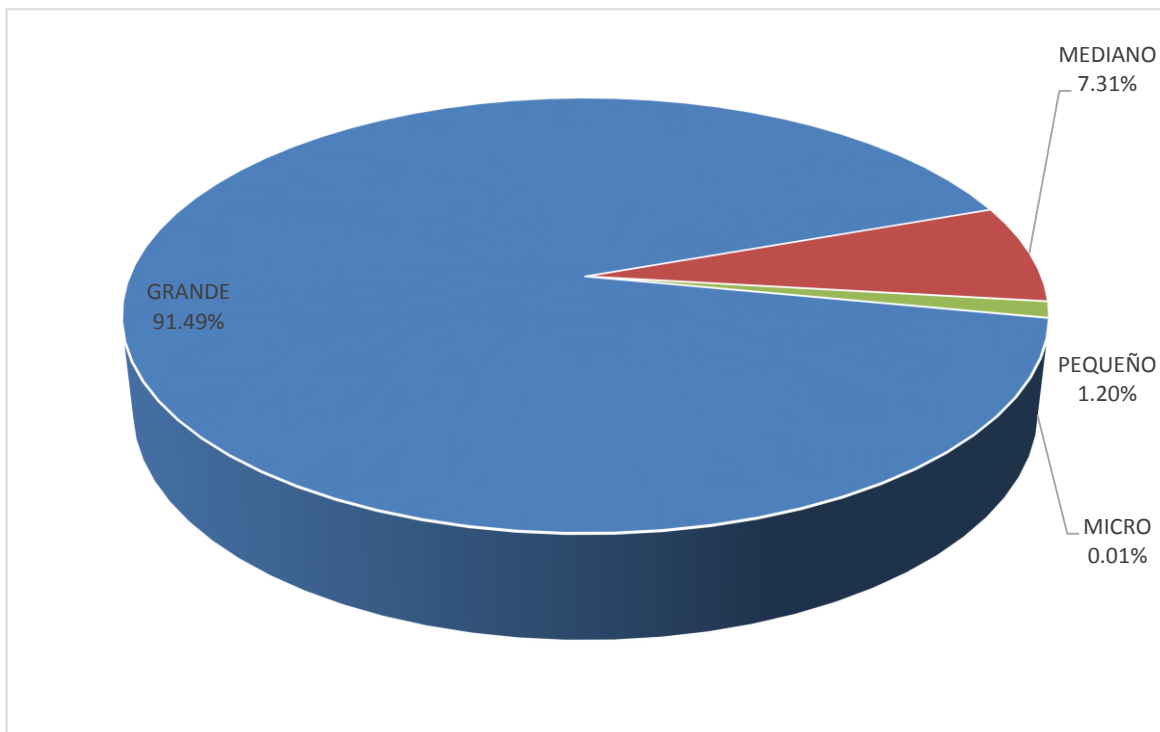
\$ 4.608.881.144.000, la tabla siguiente muestra la producción bruta por tamaño de empresa, y la figura siguiente muestra esta participación.

Tabla 85. Producción bruta por tamaño de establecimiento del CIU 21 (miles de pesos)

DIVISIÓN INDUSTRIAL	GRANDE	MEDIANO	PEQUEÑO	MICRO	TOTAL
C21	\$4,216,557,854	\$ 336,682,327	\$ 55,218,513	\$422,450	\$4,608,881,144

Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

Tabla 86. Participación de la producción bruta por tamaño de establecimiento del CIU 21



Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

7.3.2 Energéticos

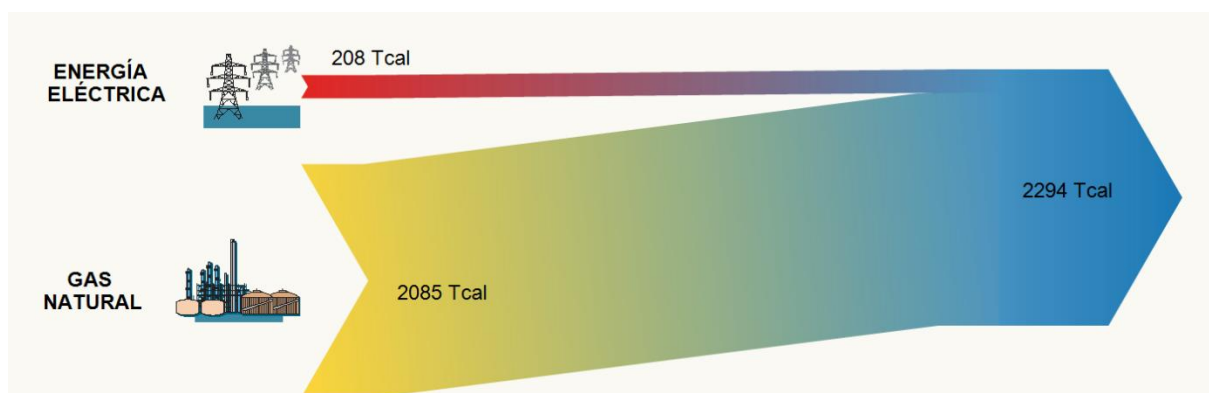
El CIU 21 consume energía eléctrica (242.236.810 kWh/año) y gas natural (126.179.621 m³/año) principalmente, lo anterior corresponde al consumo en 2013 de 2.293,7 Tcal, la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y figura siguiente muestra el consumo de energéticos para este año.

Tabla 87. Consumo de energéticos para el CIU 21

ENERGÉTICO	GRANDE	MEDIANA	PEQUEÑA	MICRO	TOTAL
Energía eléctrica (kWh)	206,722,542	31,137,185	3,417,441	959,642	242,236,810
Gas Natural (m3)	66,335,141	51,176,577	8,667,903	-	126,179,621

Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

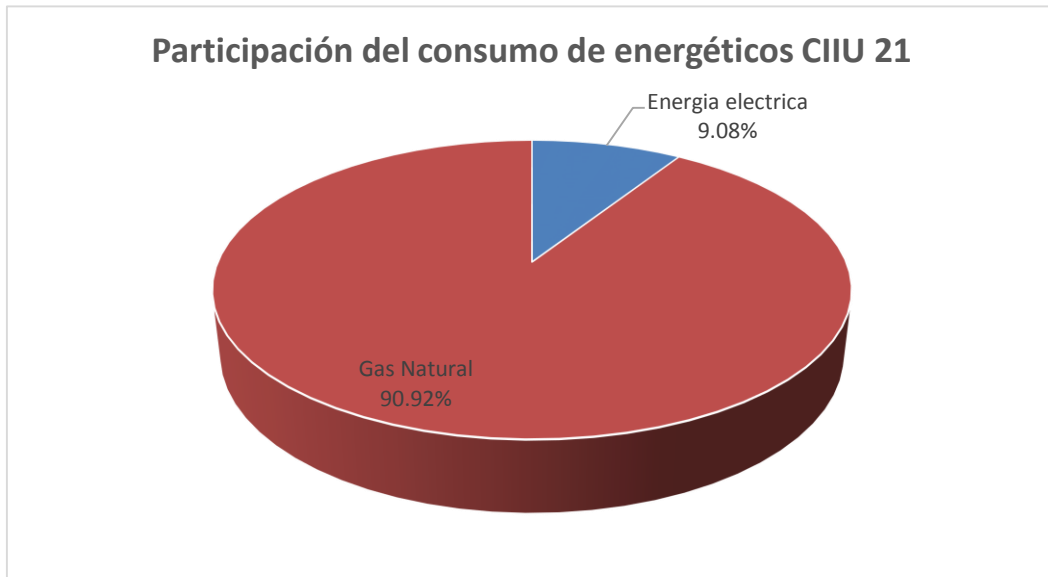
Figura 76. Diagrama de Sankey del consumo de energéticos en CIU 21



Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

De lo anterior el 90,92% del consumo es gas natural y el 9,08 es energía eléctrica.

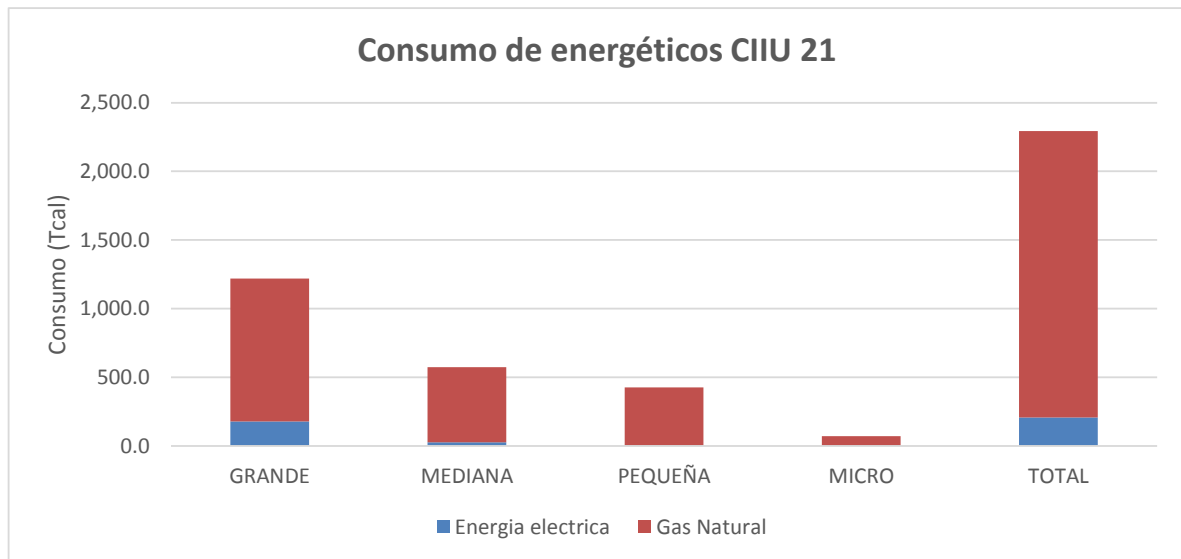
Figura 77. Participación del uso de energéticos en el CIU 21



Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

La figura siguiente muestra el consumo de energéticos por tamaño de empresa, nótese que las empresas grandes y medianas son las de mayor consumo.

Figura 78. Consumo de energéticos en el CIU 21 por tamaño de empresa



Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

7.3.3 Usos finales de la energía

Para este CIU se realizó evaluación energética en 5 establecimientos de tamaño grande, dadas las dificultades presentadas por los administradores para el acceso a este tipo de empresas.

Tabla 88. Tipo de establecimientos medidos para el CIU 21

Tamaño	Establecimientos
GRANDE	5
Total general	5

Fuente: 2014, CORPOEMA

A partir del análisis de las evaluaciones realizadas en las empresas ubicadas en este CIU, se puede determinar la caracterización energética por usos finales, la tabla y figura siguientes, muestran la participación del consumo final de energía por uso final para el CIU 20, en esta caracterización se incluye todos los establecimientos evaluados como uno solo por tamaño.

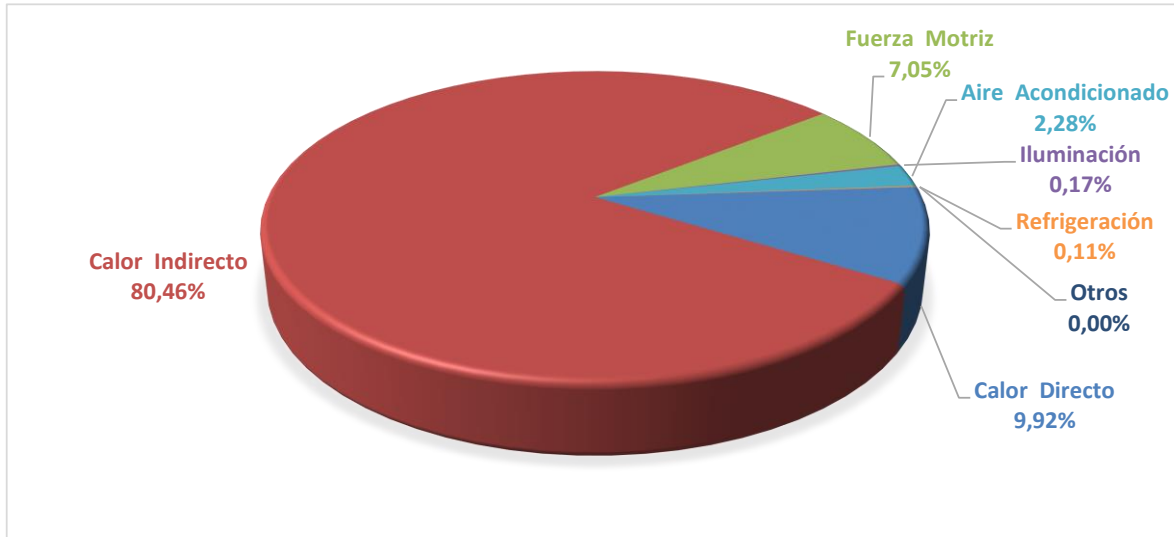
Tabla 89. Caracterización energética por usos finales – CIU 21

Uso Final	
Calor Directo	9,9%
Calor Indirecto	80,5%
Fuerza Motriz	7,0%
Iluminación	0,2%
Otros	2,3%
Aire Acondicionado	0,1%
Refrigeración	0,0%

Fuente: 2014, CORPOEMA

Cabe notar, que el uso final de mayor participación es calor indirecto con el 80,5%, seguido de equipos de fuerza motriz y calor directo con el 7% y 9,9% respectivamente, los usos finales restantes participan con el 2,6%. La figura siguiente ilustra esta participación.

Figura 79. Participación del consumo de energía por uso final CIU 21



Fuente: 2014, CORPOEMA

7.4 CIU 22

7.4.1 Establecimientos

El CIU 22 según la EAM, está conformado por 765 establecimientos, los cuales representan el 16.51% del total de establecimientos que componen el CIU 19 a 31, a partir del análisis del universo de la muestra se concluye que 175 establecimientos son de tamaño grande, 317 establecimientos son de tamaño mediano, 263 establecimientos son de tamaño pequeño y solo 10 establecimientos son de tamaño micro.

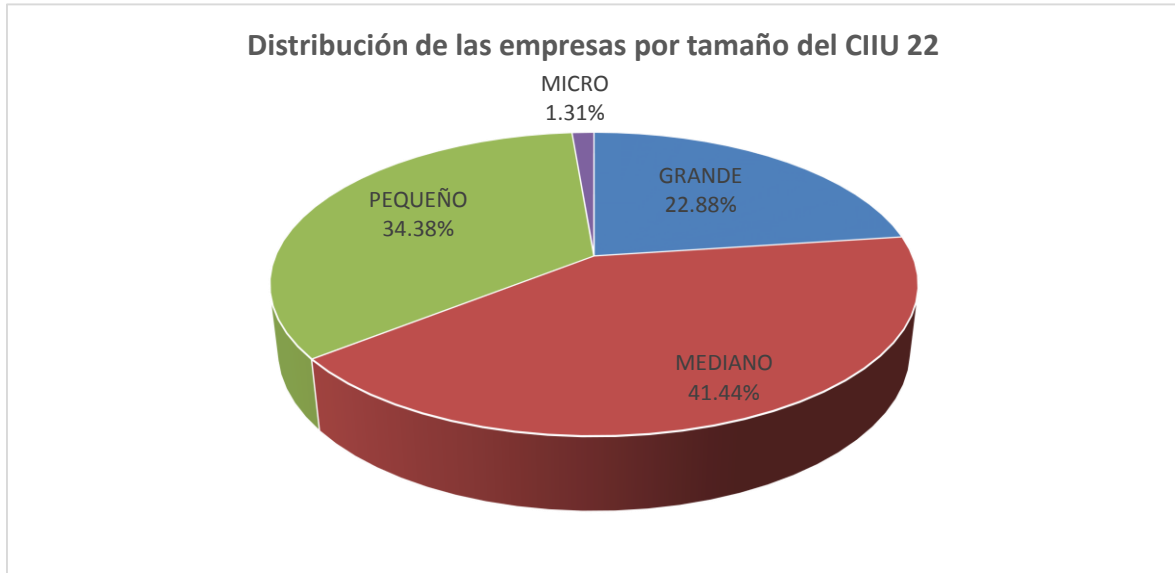
Tabla 90. Establecimientos del CIU 22

DIVISIÓN INDUSTRIAL	GRANDE	MEDIANO	PEQUEÑO	MICRO	TOTAL
C22	175	317	263	10	765

Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

La figura siguiente muestra la participación por tamaño de establecimiento, cabe notar que los establecimientos de tamaño mediano son los de mayor participación en la composición de empresas de este CIU con el 41.44%, seguido por los establecimientos de tamaño pequeño, grande y Micro, con una participación de 34.38%, 22.88% y 1.31% respectivamente.

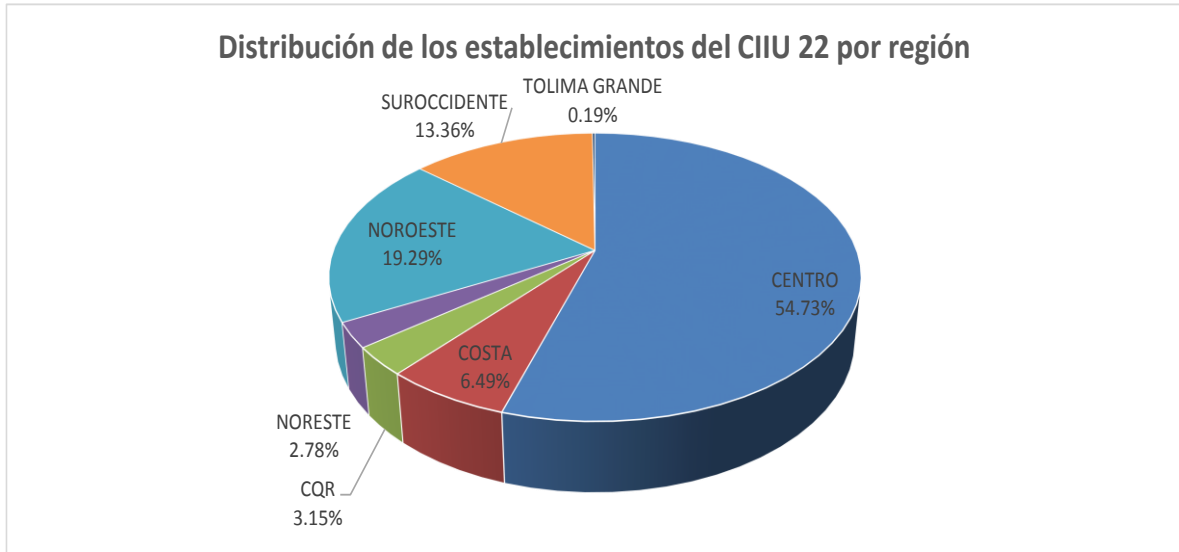
Figura 80. Participación de establecimientos del CIU 22 por tamaño



Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

En cuanto a la distribución de los establecimientos del CIU 22 por región, para este subsector los establecimientos se ubican principalmente en la región Centro con el 54.7%, seguido por la región Noroeste y suroccidente con el 19.29% y 13.36% respectivamente. La ubicación de los establecimientos en las restantes regiones participan con el 12.6%. La figura siguiente muestra esta distribución.

Figura 81. Distribución de los establecimientos del CIU 22 por región



Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

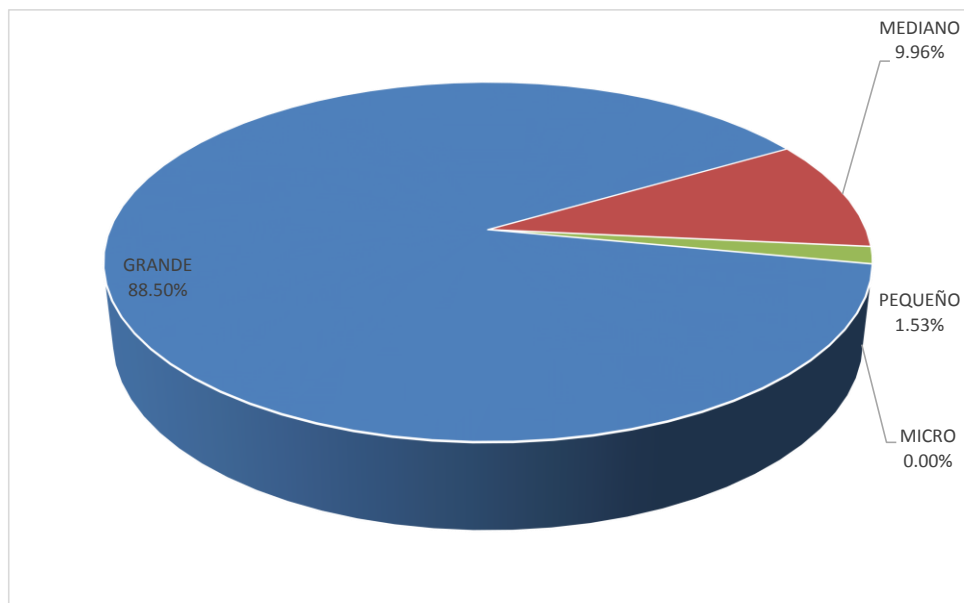
Considerando la base de datos de la EAM del DANE y el análisis a las bases de datos de Byton y Supersociedades, se tiene que la producción bruta para este subsector alcanza los \$ 7.945.697.174.000, la tabla siguiente muestra la producción bruta por tamaño de empresa, y la figura siguiente muestra esta participación.

Tabla 91. Producción bruta por tamaño de establecimiento del CIU 22 (miles de pesos)

DIVISIÓN INDUSTRIAL	GRANDE	MEDIANO	PEQUEÑO	MICRO	TOTAL
C22	\$ 7,032,060,718	\$ 791,618,341	\$ 121,638,185	\$ 379,930	\$ 7,945,697,174

Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

Tabla 92. Participación de la producción bruta por tamaño de establecimiento del CIU 22



Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

7.4.2 Energéticos

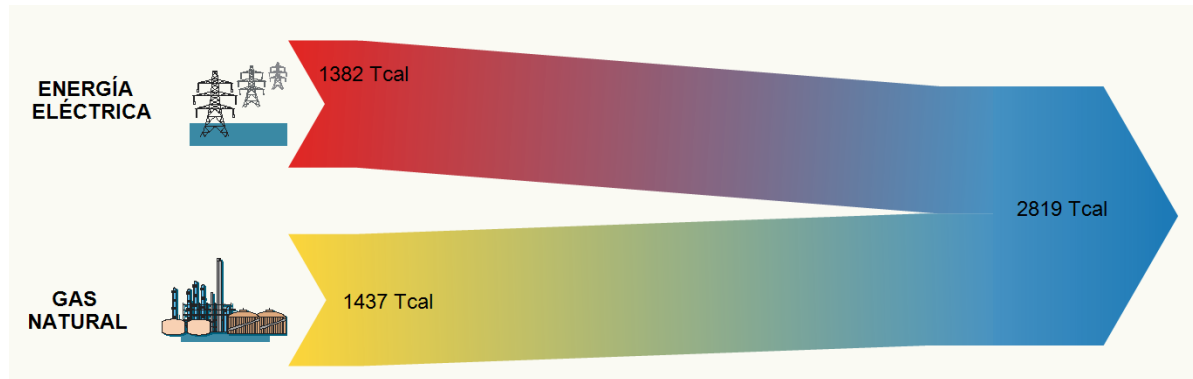
El CIU 22 consume energía eléctrica (1.607.216.857 kWh/año) y gas natural (2.573.541.171 m³/año) principalmente, lo anterior corresponde al consumo en 2013 de 2.819 Tcal, la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y figura siguiente uestra el consumo de energéticos para este año.

Tabla 93. Consumo de energéticos para el CIU 22

ENERGÉTICO	GRANDE	MEDIANA	PEQUEÑA	MICRO	TOTAL
Energía eléctrica (kWh)	1,009,945,190	510,818,518	86,176,859	276,291	1,607,216,857
Gas Natural (m ³)	1,924,569,545	579,121,243	69,250,506	599,876	2,573,541,171

Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

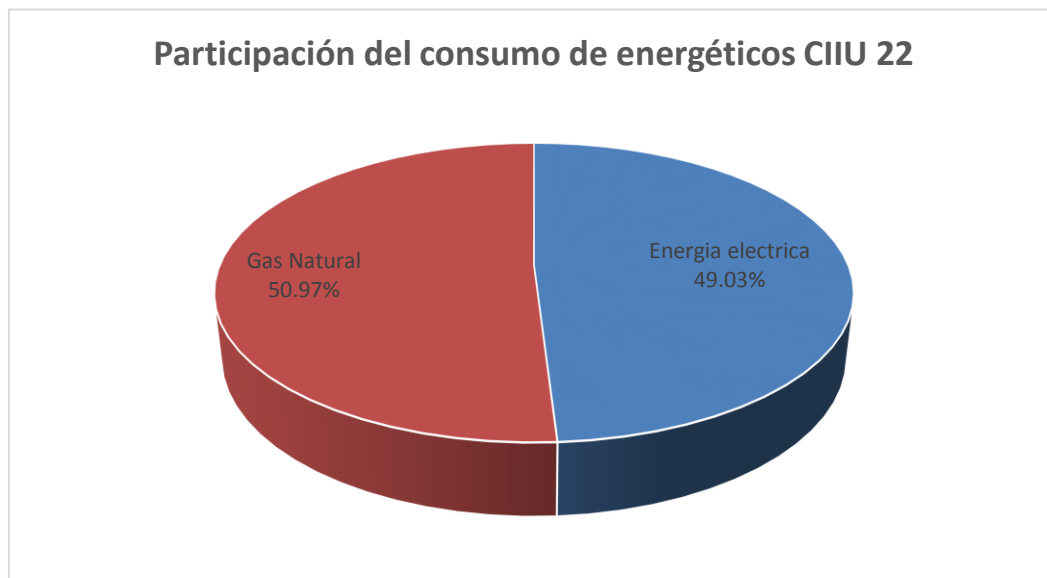
Figura 82. Diagrama de Sankey del consumo de energéticos en CIU 22



Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

De lo anterior el 50,97% del consumo es gas natural y el 49,03% restante energía eléctrica.

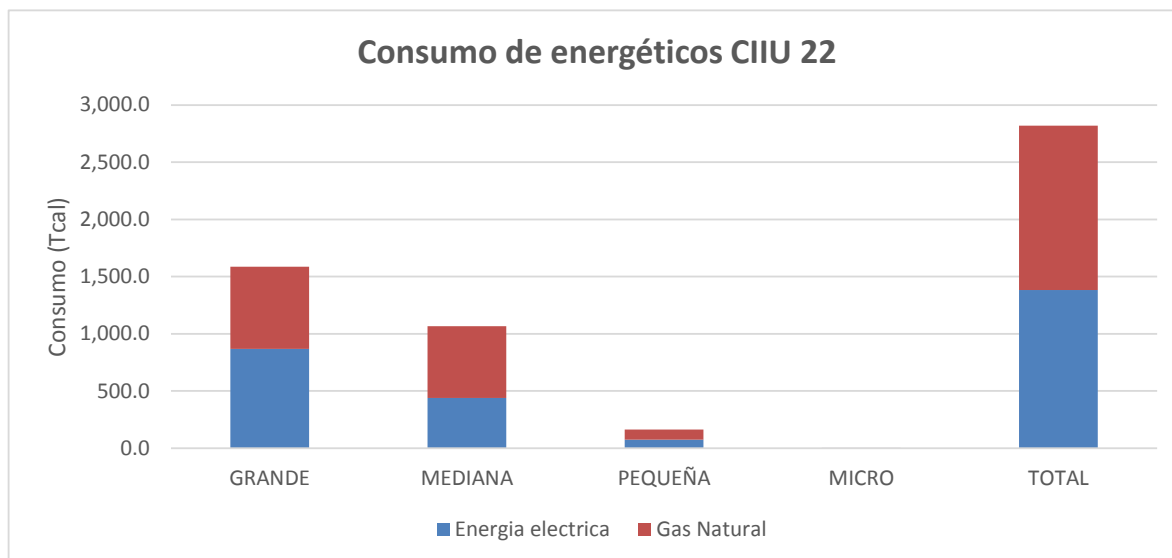
Figura 83. Participación del uso de energéticos en el CIU 22



Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

La figura siguiente muestra el consumo de energéticos por tamaño de empresa, nótese que las empresas grandes y medianas son las de mayor consumo.

Figura 84. Consumo de energéticos en el CIU 22 por tamaño de empresa



Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

7.4.3 Usos finales de la energía

Para este CIU se realizó evaluación energética en 76 establecimientos para todos los tamaños, la tabla siguiente muestra el número de establecimientos medidos por tamaño.

Tabla 94. Tipo de establecimientos medidos para el CIU 22

Tamaño	Establecimientos
GRANDE	33
MEDIANA	25
PEQUEÑA	16
MICRO	2
Total general	76

Fuente: 2014, CORPOEMA

A partir del análisis de las evaluaciones realizadas en las empresas ubicadas en este CIU, se puede determinar la caracterización energética por usos finales, la tabla y figura siguientes, muestran la participación del consumo final de energía por uso final para el CIU 22, en esta caracterización se incluye todos los establecimientos evaluados como uno solo por tamaño.

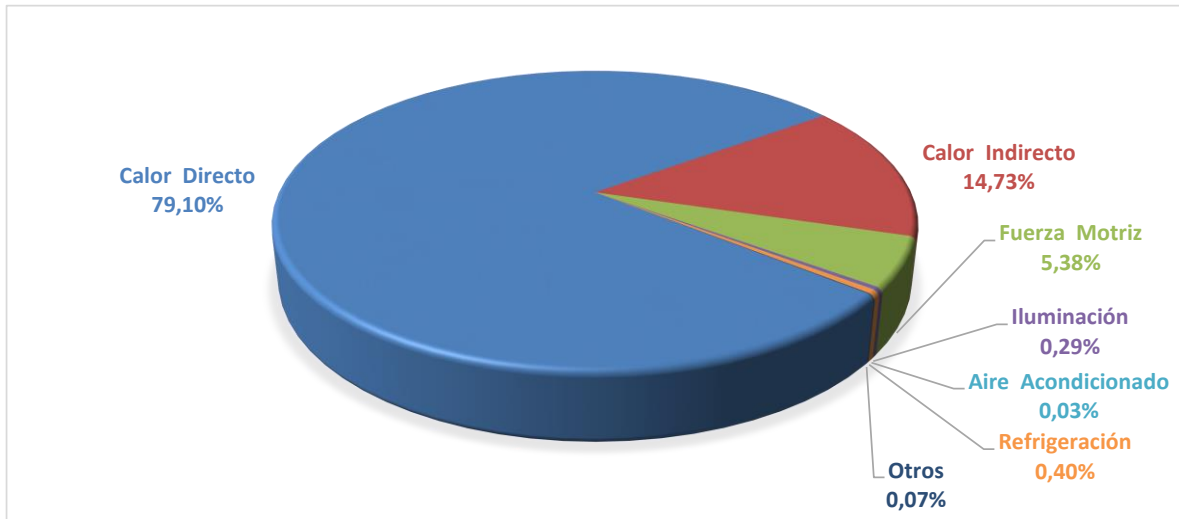
Tabla 95. Caracterización energética por usos finales – CIU 22

Uso Final	
Calor Directo	79,1%
Calor Indirecto	14,7%
Fuerza Motriz	5,4%
Iluminación	0,3%
Otros	0,0%
Aire Acondicionado	0,4%
Refrigeración	0,1%

Fuente: 2014, CORPOEMA

Cabe notar, que el uso final de mayor participación es el calor directo con el 79,1 % seguido por los equipos de calor indirecto con el 14,7%, los usos finales restantes participan con el 6,2%. La figura siguiente ilustra esta participación.

Figura 85. Participación del consumo de energía por uso final CIU 22



Fuente: 2014, CORPOEMA

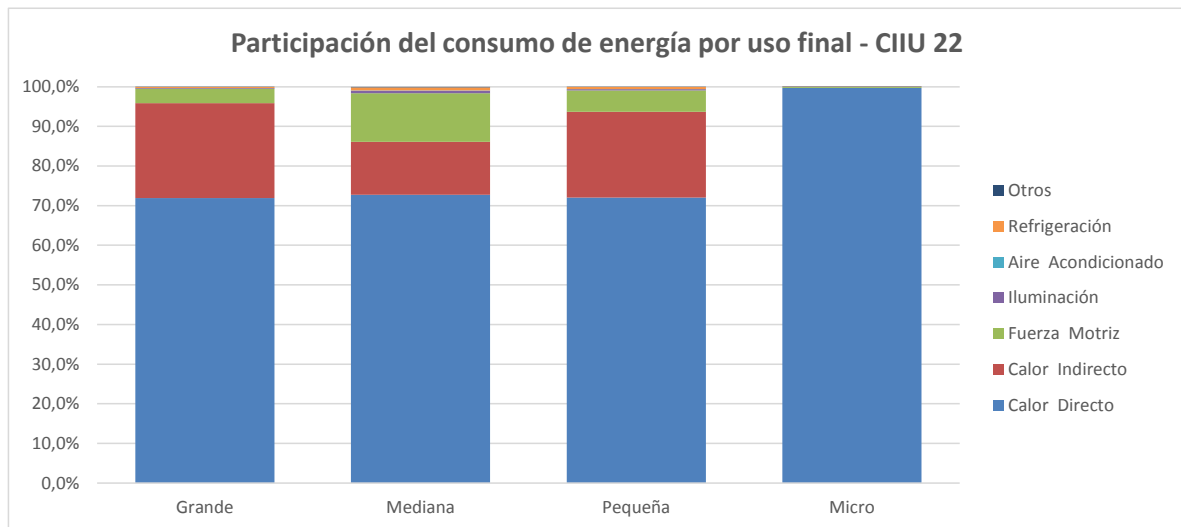
La tabla y figura siguientes muestran la participación del consumo de energía por uso final por tamaño de empresa, nótese que en los cuatro tamaños de empresa los usos de mayor participación son la fuerza motriz y el calor directo.

Tabla 96. Caracterización energética por usos finales y tamaño de empresa – CIU 22

Uso final	Grande	Mediana	Pequeña	Micro
Calor Directo	71,9%	72,7%	72,1%	99,7%
Calor Indirecto	24,0%	13,4%	21,6%	0,0%
Fuerza Motriz	3,6%	12,3%	5,4%	0,2%
Iluminación	0,2%	0,6%	0,3%	0,0%
Aire Acondicionado	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%
Refrigeración	0,3%	0,7%	0,6%	0,0%
Otros	0,0%	0,2%	0,0%	0,0%

Fuente: 2014, CORPOEMA

Figura 86. Participación del consumo de energía por uso final y tamaño de empresa - CIU 22



Fuente: 2014, CORPOEMA

7.5 CIU 23

7.5.1 Establecimientos

El CIU 23 según la EAM, está conformado por 490 establecimientos, los cuales representan el 10.58% del total de establecimientos que componen el CIU 19 a 31, a partir del análisis del universo de la muestra se concluye que 130 establecimientos son de tamaño grande, 192 establecimientos son de tamaño mediano, 160 establecimientos son de tamaño pequeño y solo 8 establecimientos son de tamaño micro.

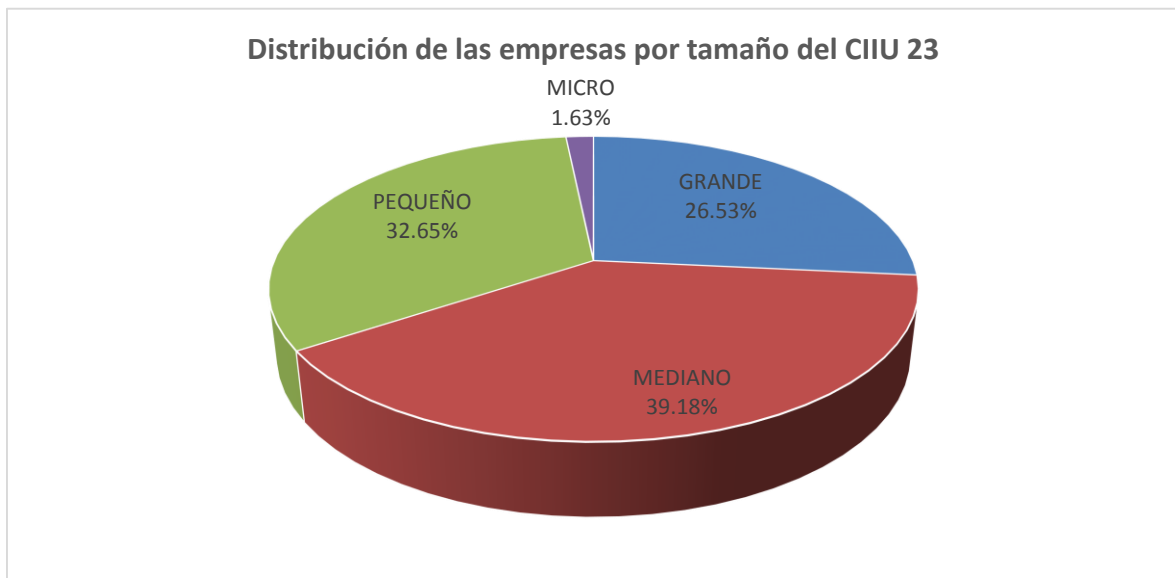
Tabla 97. Establecimientos del CIU 23

DIVISIÓN INDUSTRIAL	GRANDE	MEDIANO	PEQUEÑO	MICRO	TOTAL
C23	130	192	160	8	490

Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

La figura siguiente muestra la participación por tamaño de establecimiento, cabe notar que los establecimientos de tamaño mediano son los de mayor participación en la composición de empresas de este CIU con el 39.18%, seguido por los establecimientos de tamaño pequeño, grande y micro, con una participación de 32.65%, 26.53% y 1.63% respectivamente.

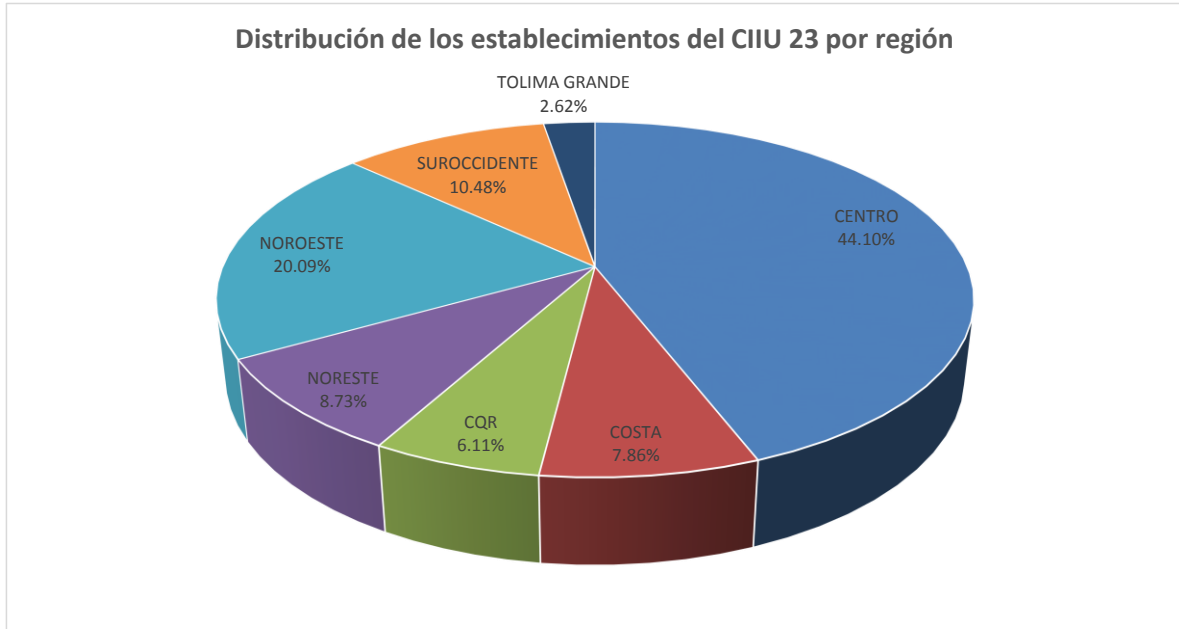
Figura 87. Participación de establecimientos del CIU 23 por tamaño



Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

En cuanto a la distribución de los establecimientos del CIU 23 por región, para este subsector los establecimientos se ubican principalmente en la región Centro con el 44.1%, seguido por la región Noroeste y suroccidente con el 20.09% y 10.48% respectivamente. La figura siguiente muestra esta distribución.

Figura 88. Distribución de los establecimientos del CIU 23 por región



Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

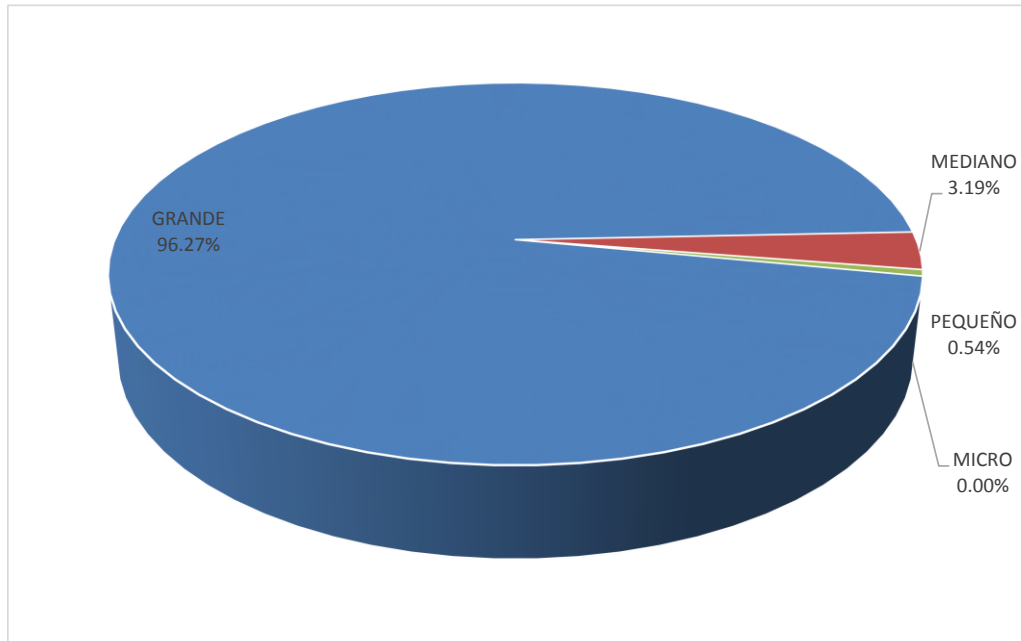
Considerando la base de datos de la EAM del DANE y el análisis a las bases de datos de Byton y Supersociedades, se tiene que la producción bruta para este subsector alcanza los \$ 10.176.795.550.000, la tabla siguiente muestra la producción bruta por tamaño de empresa, y la figura siguiente muestra esta participación.

Tabla 98. Producción bruta por tamaño de establecimiento del CIU 23 (miles de pesos)

DIVISIÓN INDUSTRIAL	GRANDE	MEDIANO	PEQUEÑO	MICRO	TOTAL
C23	\$ 9,797,602,321	\$ 324,314,923	\$ 54,648,698	\$ 229,608	\$ 10,176,795,550

Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

Tabla 99. Participación de la producción bruta por tamaño de establecimiento del CIU 23



Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

7.5.2 Energéticos

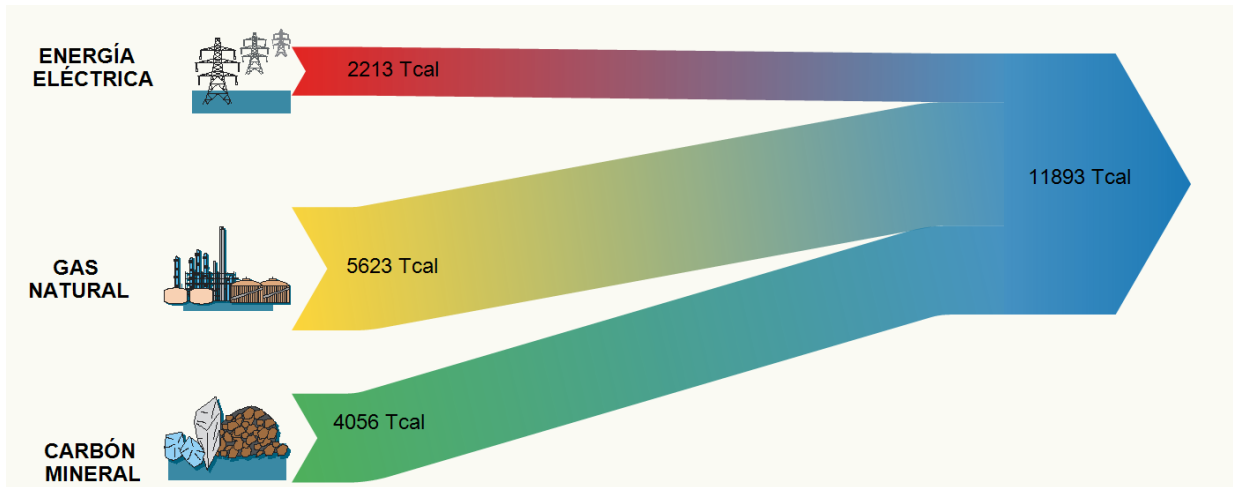
El CIU 23 consume energía eléctrica (2.573.541.171 kWh/año), gas natural (112.468.755 m³/año) y carbón mineral (312.073 ton) principalmente, lo anterior corresponde al consumo en 2013 de 11.892 Tcal, la **¡Error! No se encuentra el origen de a referencia.** y figura siguiente muestra el consumo de energéticos para este año.

Tabla 100. Consumo de energéticos para el CIU 23

ENERGÉTICO	GRANDE	MEDIANA	PEQUEÑA	MICRO	TOTAL
Energía eléctrica (kWh)	1,924,569,545	579,121,243	69,250,506	599,876	2,573,541,171
Gas Natural (m ³)	89,605,357	22,863,398	-	-	112,468,755
Carbón (ton)	76,199	204,035	31,727	113	312,073

Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

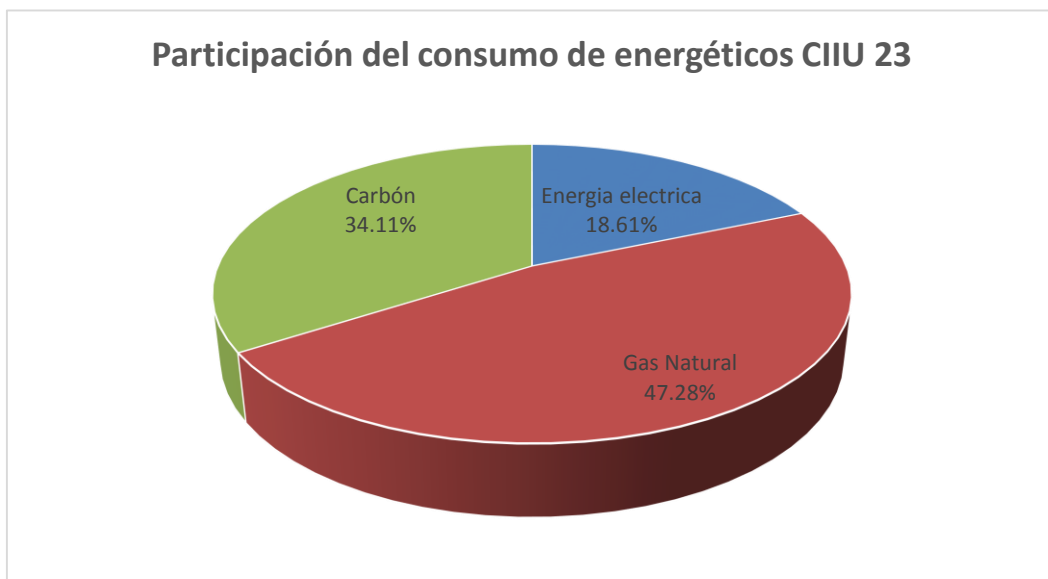
Figura 89. Diagrama de Sankey del consumo de energéticos en CIU 23



Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

De lo anterior el 47,28 % del consumo es gas natural, 34,11% carbón y 18,61% restante energía eléctrica.

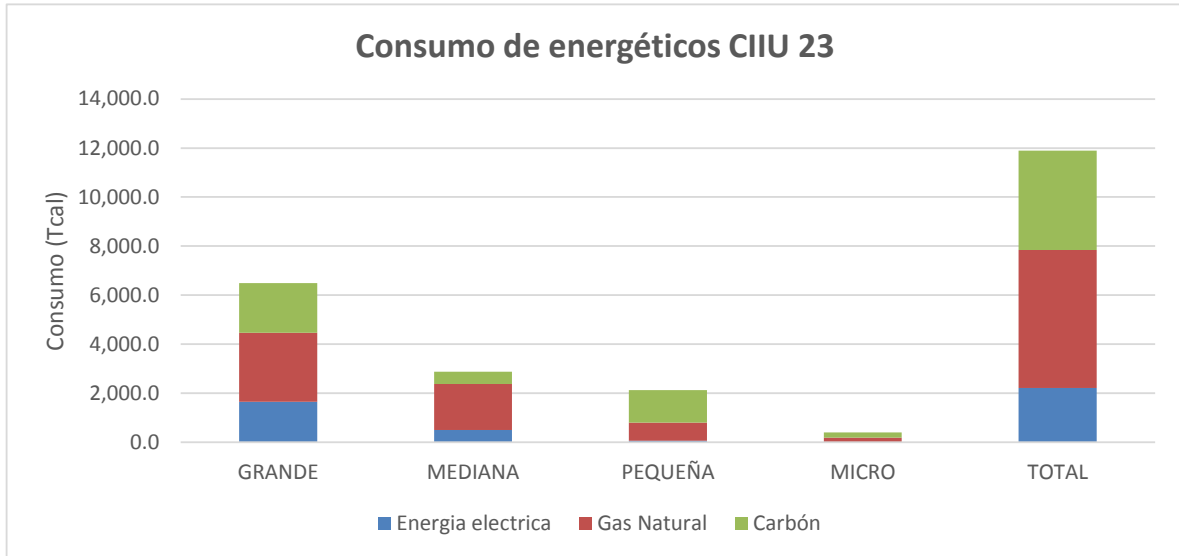
Figura 90. Participación del uso de energéticos en el CIU 23



Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

La figura siguiente muestra el consumo de energéticos por tamaño de empresa, nótese que las empresas grandes y medianas son las de mayor consumo.

Figura 91. Consumo de energéticos en el CIU 23 por tamaño de empresa



Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

7.5.3 Usos finales de la energía

Para este CIU se realizó evaluación energética en 51 establecimientos para todos los tamaños, la tabla siguiente muestra el número de establecimientos medidos por tamaño.

Tabla 101. Tipo de establecimientos medidos para el CIU 23

Tamaño	Establecimientos
GRANDE	29
MEDIANA	12
PEQUEÑA	6
MICRO	4
Total general	51

Fuente: 2014, CORPOEMA

A partir del análisis de las evaluaciones realizadas en las empresas ubicadas en este CIU, se puede determinar la caracterización energética por usos finales, la tabla y figura siguientes, muestran la participación del consumo final de energía por uso final para el CIU 23, en esta caracterización se incluye todos los establecimientos evaluados como uno solo por tamaño.

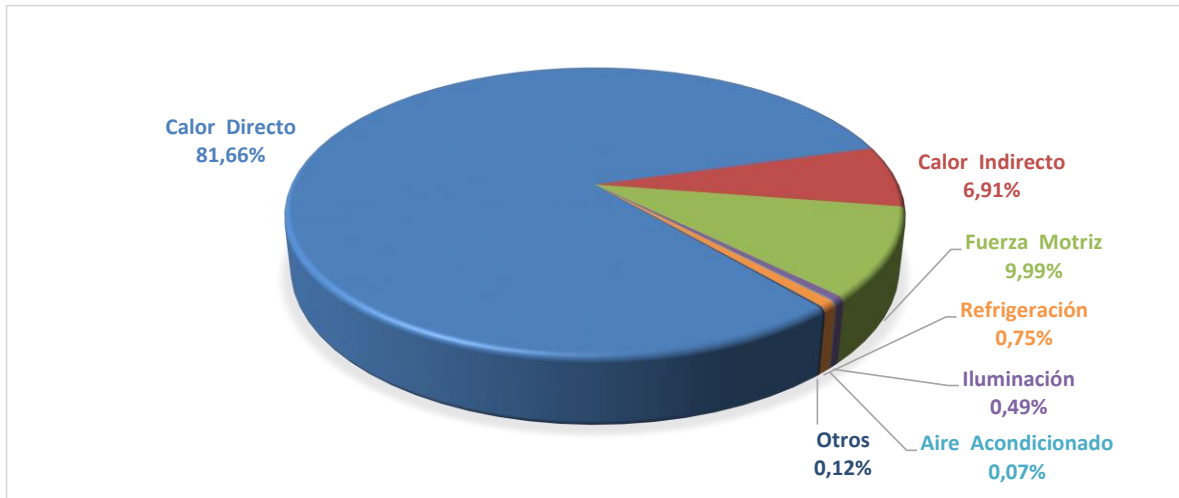
Tabla 102. Caracterización energética por usos finales – CIU 23

Uso Final	
Calor Directo	81,7%
Calor Indirecto	6,9%
Fuerza Motriz	10,0%
Iluminación	0,5%
Otros	0,1%
Aire Acondicionado	0,7%
Refrigeración	0,1%

Fuente: 2014, CORPOEMA

Cabe notar, que el uso final de mayor participación es el calor directo con el 81,66 % seguido por los equipos de fuerza motriz con el 9,99%, los usos finales restantes participan con el 8,2%. La figura siguiente ilustra esta participación.

Figura 92. Participación del consumo de energía por uso final CIU 23



Fuente: 2014, CORPOEMA

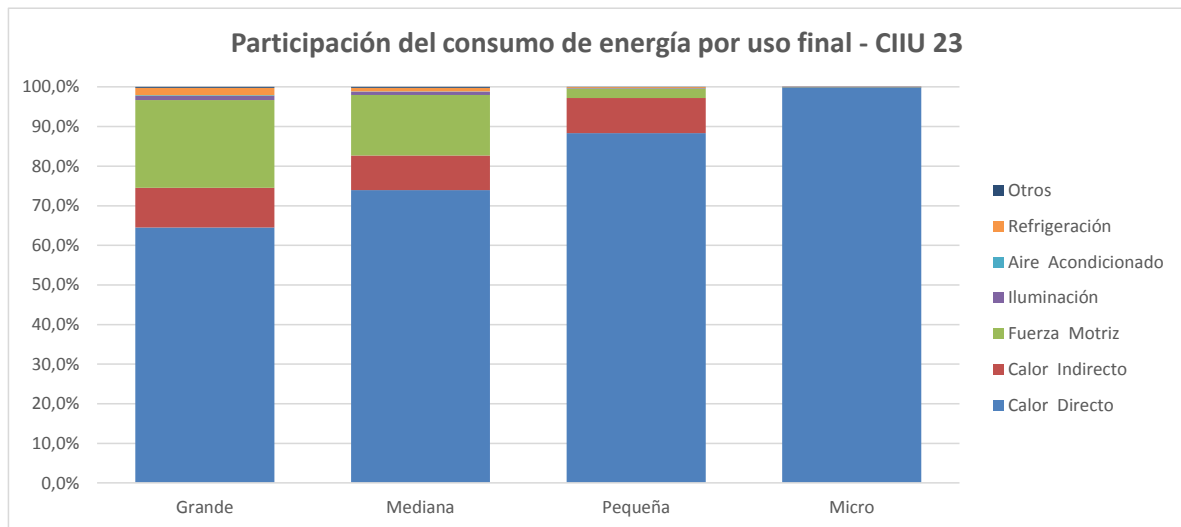
La tabla y figura siguientes muestran la participación del consumo de energía por uso final por tamaño de empresa, nótese que en los cuatro tamaños de empresa los usos de mayor participación son el calor directo y fuerza motriz.

Tabla 103. Caracterización energética por usos finales y tamaño de empresa – CIU 23

Uso final	Grande	Mediana	Pequeña	Micro
Calor Directo	64,5%	73,9%	88,3%	99,9%
Calor Indirecto	10,0%	8,8%	8,9%	0,0%
Fuerza Motriz	22,2%	15,3%	2,4%	0,1%
Iluminación	1,0%	0,8%	0,1%	0,0%
Aire Acondicionado	0,2%	0,1%	0,0%	0,0%
Refrigeración	1,8%	0,9%	0,2%	0,0%
Otros	0,2%	0,2%	0,0%	0,0%

Fuente: 2014, CORPOEMA

Figura 93. Participación del consumo de energía por uso final y tamaño de empresa - CIU 23



Fuente: 2014, CORPOEMA

7.6 CIU 24

7.6.1 Establecimientos

El CIU 24 según la EAM, está conformado por 490 establecimientos, los cuales representan el 3,84% del total de establecimientos que componen el CIU 19 a 31, a partir del análisis del universo de la muestra se concluye que 49 establecimientos son de tamaño grande, 73 establecimientos son de tamaño mediano, 53 establecimientos son de tamaño pequeño y solo 3 establecimientos son de tamaño micro.

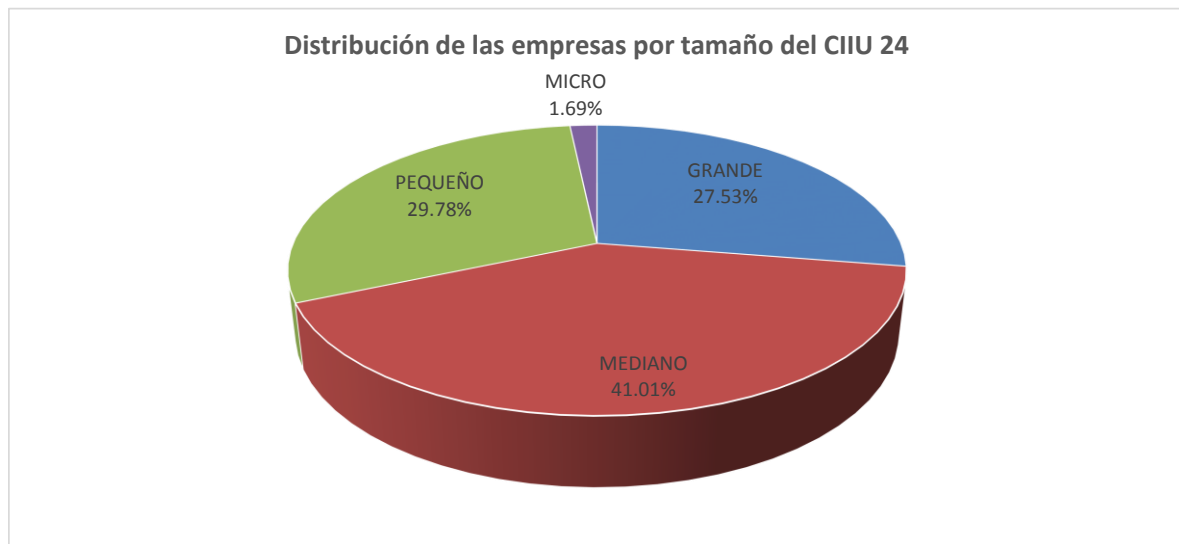
Tabla 104. Establecimientos del CIU 24

DIVISIÓN INDUSTRIAL	GRANDE	MEDIANO	PEQUEÑO	MICRO	TOTAL
C24	49	73	53	3	178

Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

La figura siguiente muestra la participación por tamaño de establecimiento, cabe notar que los establecimientos de tamaño mediano son los de mayor participación en la composición de empresas de este CIU con el 41%, seguido por los establecimientos de tamaño pequeño, grande y micro, con una participación de 29,78%, 27,53% y 1.69% respectivamente.

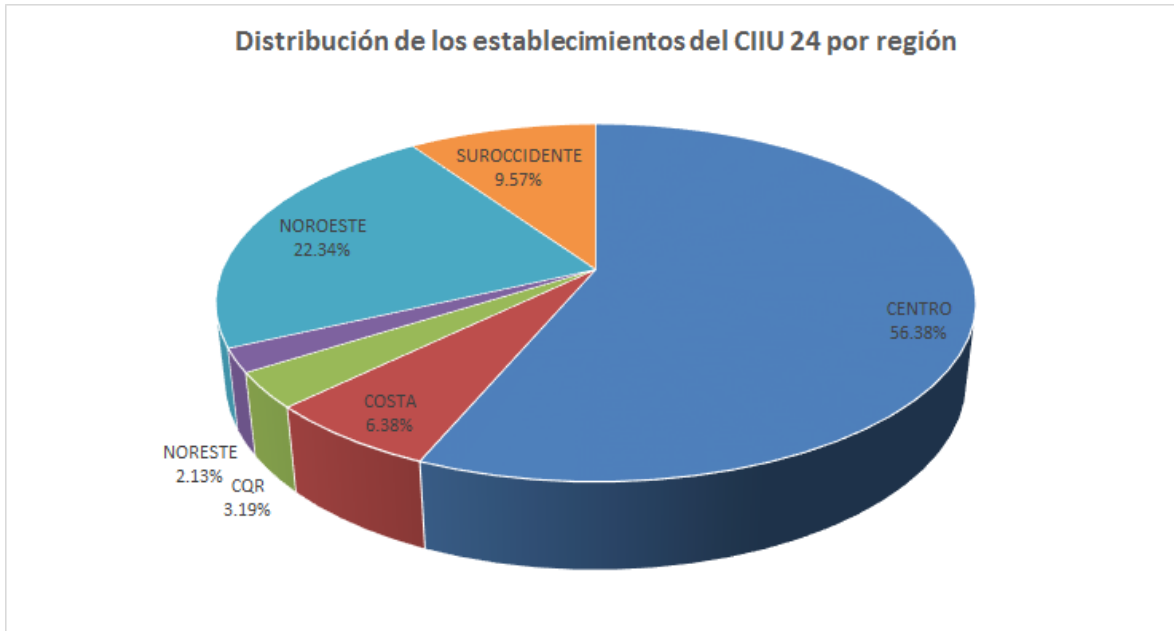
Figura 94. Participación de establecimientos del CIU 24 por tamaño



Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

En cuanto a la distribución de los establecimientos del CIU 24 por región, para este subsector los establecimientos se ubican principalmente en la región Centro con el 56,38%, seguido por la región Noroeste y suroccidente con el 22,34% y 9,57% respectivamente. La figura siguiente muestra esta distribución.

Figura 95. Distribución de los establecimientos del CIU 24 por región



Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

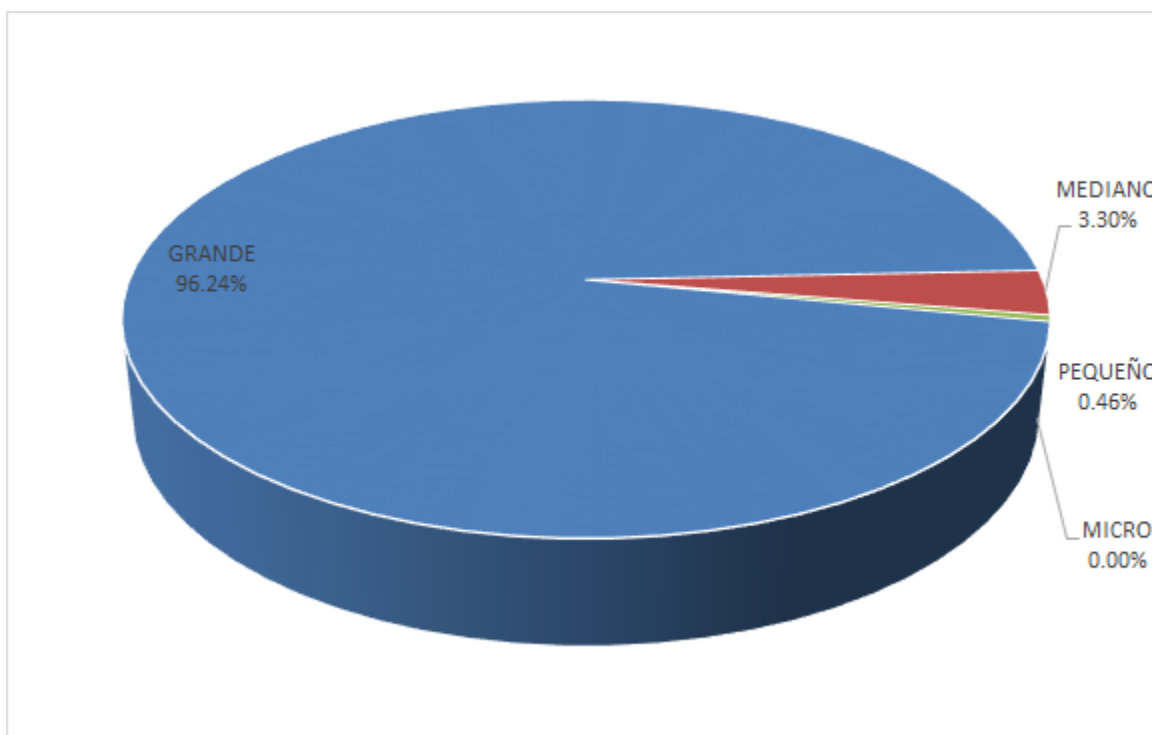
Considerando la base de datos de la EAM del DANE y el análisis a las bases de datos de Byton y Supersociedades, se tiene que la producción bruta para este subsector alcanza los \$ 10.572.706.307.000, la tabla siguiente muestra la producción bruta por tamaño de empresa, y la figura siguiente muestra esta participación.

Tabla 105. Producción bruta por tamaño de establecimiento del CIU 24 (miles de pesos)

DIVISIÓN INDUSTRIAL	GRANDE	MEDIANO	PEQUEÑO	MICRO	TOTAL
C24	\$ 10,174,834,671	\$ 348,515,267	\$ 48,993,744	\$ 362,625	\$ 10,572,706,307

Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

Tabla 106. Participación de la producción bruta por tamaño de establecimiento del CIU 24



Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

7.6.2 Energéticos

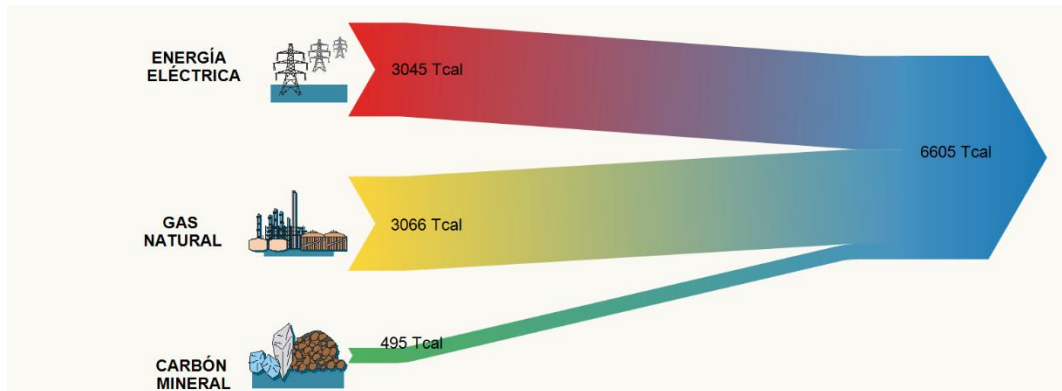
El CIU 24 consume energía eléctrica (3.540.282.625 kWh/año), gas natural (185.500.609 m³/año) y carbón mineral (38.061 ton) principalmente, lo anterior corresponde al consumo en 2013 de 6.605 Tcal, la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y figura siguiente muestra el consumo de energéticos para este año.

Tabla 107. Consumo de energéticos para el CIU 24

ENERGÉTICO	GRANDE	MEDIANA	PEQUEÑA	MICRO	TOTAL
Energía eléctrica (kWh)	3,265,148,127	247,531,658	27,328,765	274,076	3,540,282,625
Gas Natural (m ³)	160,771,005	21,147,756	3,581,848	-	185,500,609
Carbón (ton)	33,127	4,485	449	-	38,061

Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

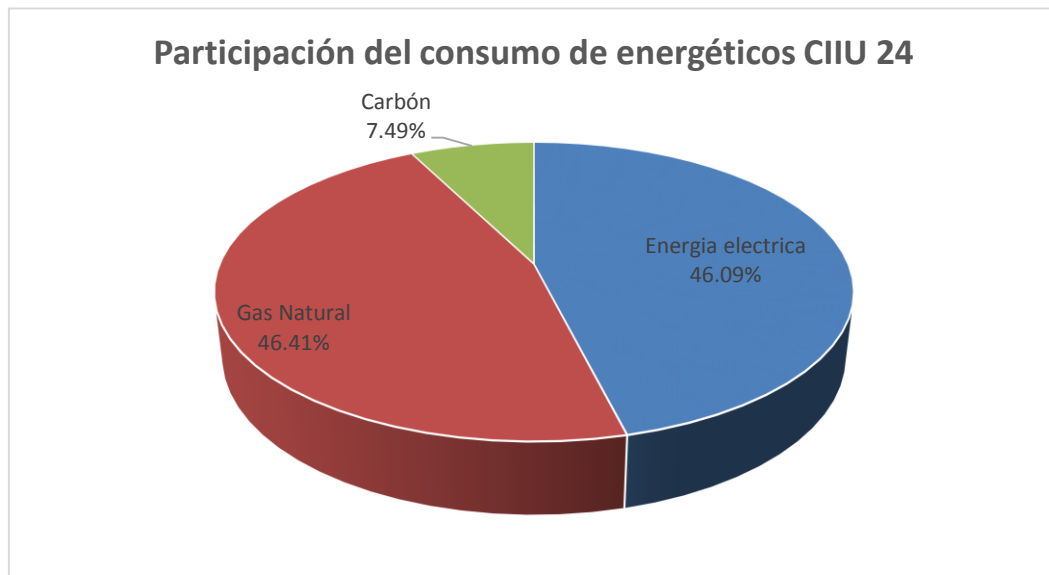
Figura 96. Diagrama de Sankey del consumo de energéticos en CIU 24



Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

De lo anterior el 46,41 % del consumo es gas natural, energía eléctrica con el 46,09% y 7,49% restante carbón.

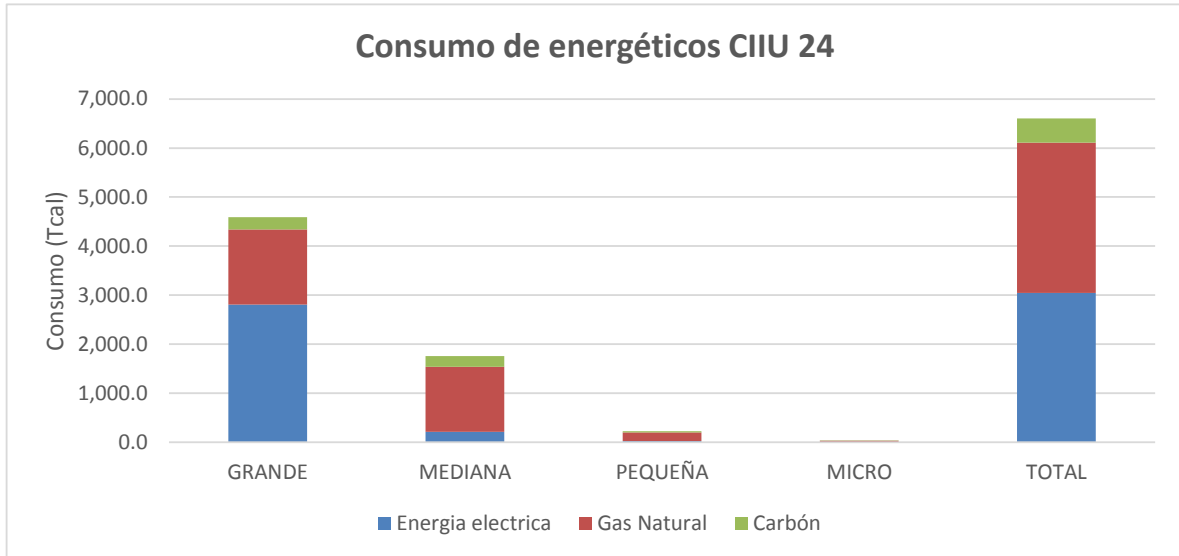
Figura 97. Participación del uso de energéticos en el CIU 24



Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

La figura siguiente muestra el consumo de energéticos por tamaño de empresa, nótese que las empresas grandes y medianas son las de mayor consumo.

Figura 98. Consumo de energéticos en el CIU 24 por tamaño de empresa



Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

7.6.3 Usos finales de la energía

Para este CIU se realizó evaluación energética en 8 establecimientos para todos los tamaños, la tabla siguiente muestra el número de establecimientos medidos por tamaño.

Tabla 108. Tipo de establecimientos medidos para el CIU 24

Tamaño	Establecimientos
GRANDE	6
MEDIANA	1
PEQUEÑA	1
Total general	8

Fuente: 2014, CORPOEMA

A partir del análisis de las evaluaciones realizadas en las empresas ubicadas en este CIU, se puede determinar la caracterización energética por usos finales, la tabla y figura siguientes, muestran la participación del consumo final de energía por uso final para el CIU 24, en esta caracterización se incluye todos los establecimientos evaluados como uno solo por tamaño.

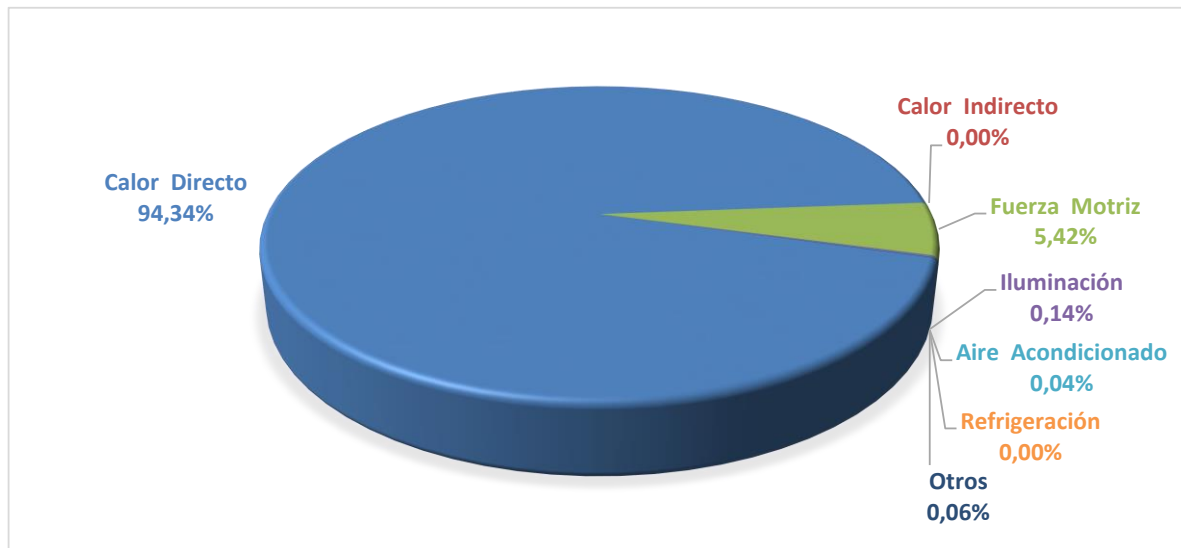
Tabla 109. Caracterización energética por usos finales – CIU 24

Uso Final	
Calor Directo	94,3%
Calor Indirecto	0,0%
Fuerza Motriz	5,4%
Iluminación	0,1%
Otros	0,0%
Aire Acondicionado	0,0%
Refrigeración	0,1%

Fuente: 2014, CORPOEMA

Cabe notar, que el uso final de mayor participación es el calor directo con el 70.52 % seguido por los equipos de fuerza motriz con el 16,38%, los usos finales restantes participan con el 14.23%. La figura siguiente ilustra esta participación.

Figura 99. Participación del consumo de energía por uso final CIU 24



Fuente: 2014, CORPOEMA

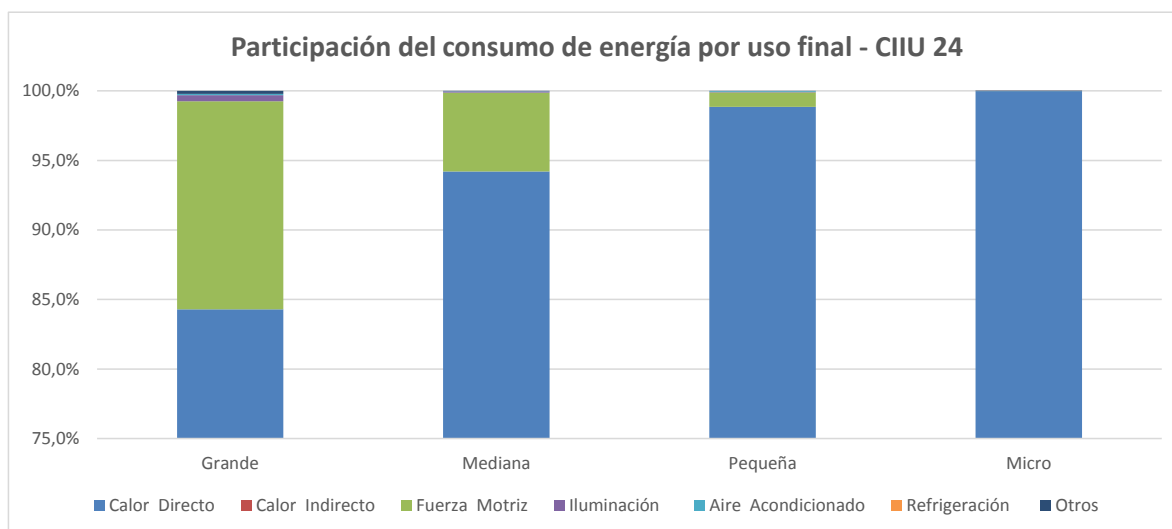
La tabla y figura siguientes muestran la participación del consumo de energía por uso final por tamaño de empresa, nótese que en los cuatro tamaños de empresa los usos de mayor participación son el calor directo y fuerza motriz.

Tabla 110. Caracterización energética por usos finales y tamaño de empresa – CIU 24

Uso final	Grande	Mediana	Pequeña	Micro
Calor Directo	84,3%	94,2%	98,9%	99,99%
Calor Indirecto	0,0%	0,0%	0,0%	0,00%
Fuerza Motriz	15,0%	5,7%	1,0%	0,01%
Iluminación	0,4%	0,1%	0,0%	0,00%
Aire Acondicionado	0,1%	0,0%	0,1%	0,00%
Refrigeración	0,0%	0,0%	0,0%	0,00%
Otros	0,2%	0,0%	0,0%	0,00%

Fuente: 2014, CORPOEMA

Figura 100. Participación del consumo de energía por uso final y tamaño de empresa - CIU 24



Fuente: 2014, CORPOEMA

7.7 CIU 25

7.7.1 Establecimientos

El CIU 25 según la EAM, está conformado por 730 establecimientos, los cuales representan el 15,76% del total de establecimientos que componen el CIU 19 a 31, a partir del análisis del universo de la muestra se concluye que 142 establecimientos son de tamaño grande, 250 establecimientos son de tamaño mediano, 330 establecimientos son de tamaño pequeño y 8 establecimientos son de tamaño micro.

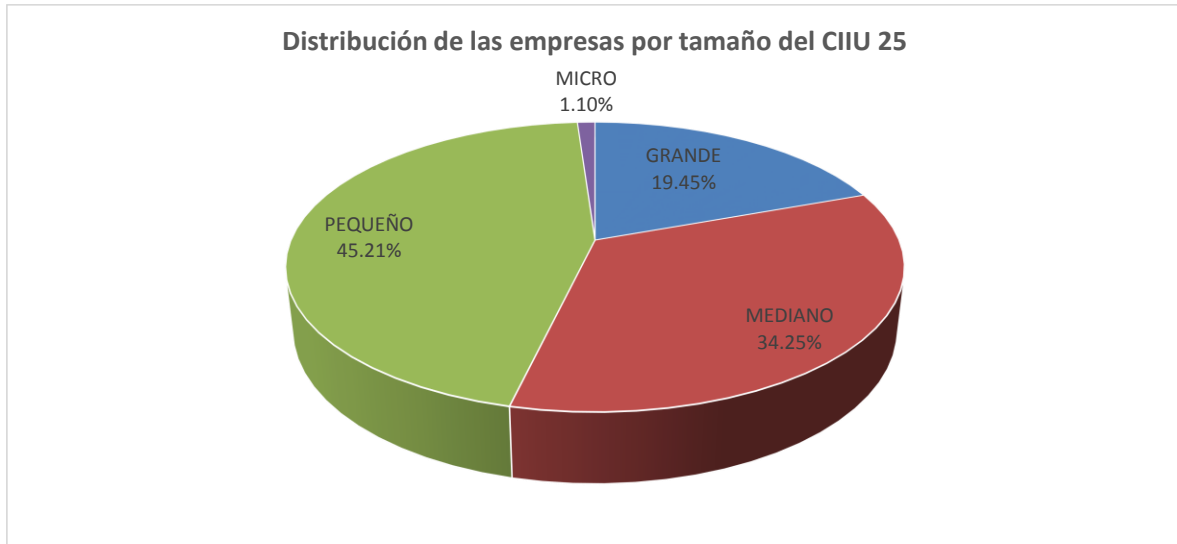
Tabla 111. Establecimientos del CIU 25

DIVISIÓN INDUSTRIAL	GRANDE	MEDIANO	PEQUEÑO	MICRO	TOTAL
C25	142	250	330	8	730

Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

La figura siguiente muestra la participación por tamaño de establecimiento, cabe notar que los establecimientos de tamaño pequeño son los de mayor participación en la composición de empresas de este CIU con el 45,21%, seguido por los establecimientos de tamaño mediano, grande y micro, con una participación de 34,25%, 19,45% y 1.10% respectivamente.

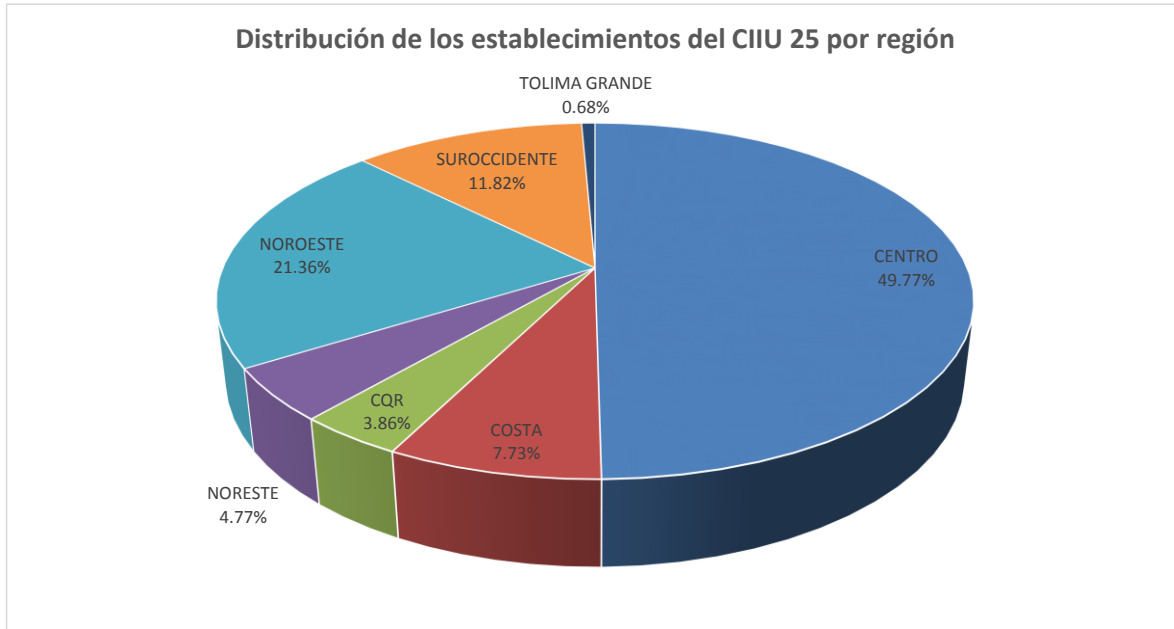
Figura 101. Participación de establecimientos del CIU 25 por tamaño



Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

En cuanto a la distribución de los establecimientos del CIU 25 por región, para este subsector los establecimientos se ubican principalmente en la región Centro con el 43,77%, seguido por la región Noroeste y suroccidente con el 21,38% y 11,82% respectivamente. La figura siguiente muestra esta distribución.

Figura 102. Distribución de los establecimientos del CIU 25 por región



Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

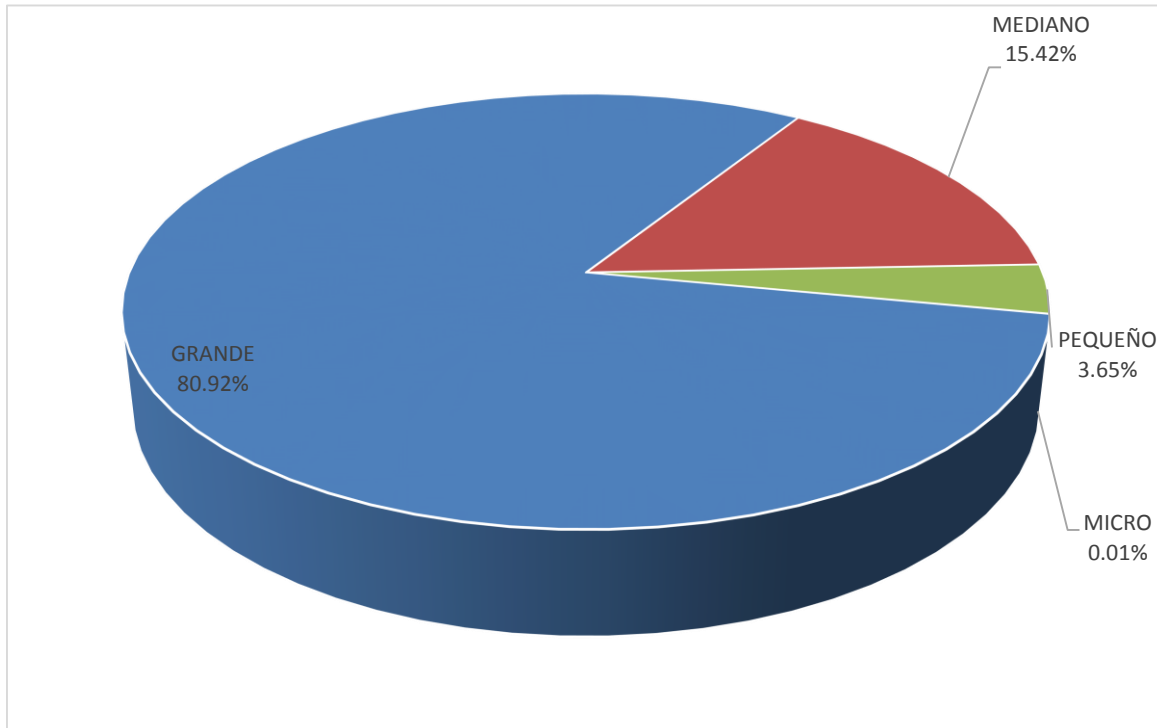
Considerando la base de datos de la EAM del DANE y el análisis a las bases de datos de Byton y Supersociedades, se tiene que la producción bruta para este subsector alcanza los \$ 4.454.825.488.000, la tabla siguiente muestra la producción bruta por tamaño de empresa, y la figura siguiente muestra esta participación.

Tabla 112. Producción bruta por tamaño de establecimiento del CIU 25 (miles de pesos)

DIVISIÓN INDUSTRIAL	GRANDE	MEDIANO	PEQUEÑO	MICRO	TOTAL
C25	\$ 3,604,840,698	\$ 686,762,151	\$ 162,642,419	\$ 580,220	\$ 4,454,825,488

Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

Tabla 113. Participación de la producción bruta por tamaño de establecimiento del CIU 25



Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

7.7.2 Energéticos

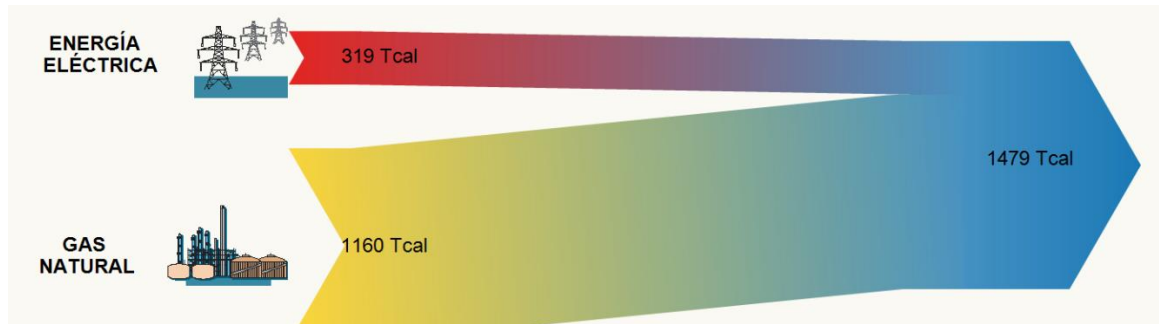
El CIU 25 consume energía eléctrica (370.543.831 kWh/año) y gas natural (70.193.582 m³/año) principalmente, lo anterior corresponde al consumo en 2013 de 1478 Tcal, la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y figura siguiente muestra el consumo e energéticos para este año.

Tabla 114. Consumo de energéticos para el CIU 25

ENERGÉTICO	GRANDE	MEDIANA	PEQUEÑA	MICRO	TOTAL
Energía eléctrica (kWh)	222,390,740	131,213,616	16,770,598	168,878	370,543,831
Gas Natural (m ³)	47,637,892	19,288,713	3,266,977	-	70,193,582

Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

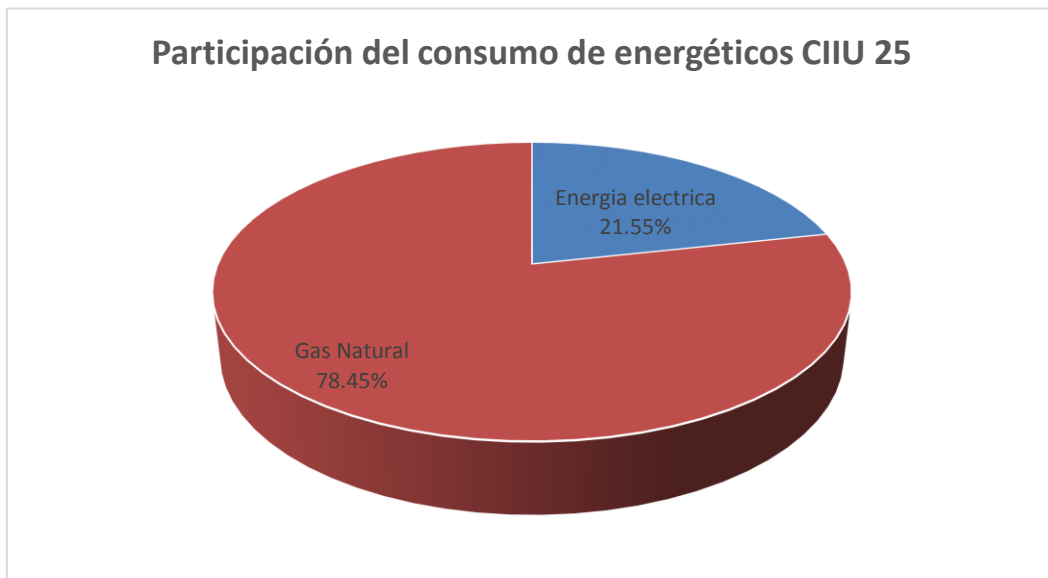
Figura 103. Diagrama de Sankey del consumo de energéticos en CIU 25



Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

De lo anterior el 78,45 % del consumo es gas natural y el restante 21,55% es energía eléctrica.

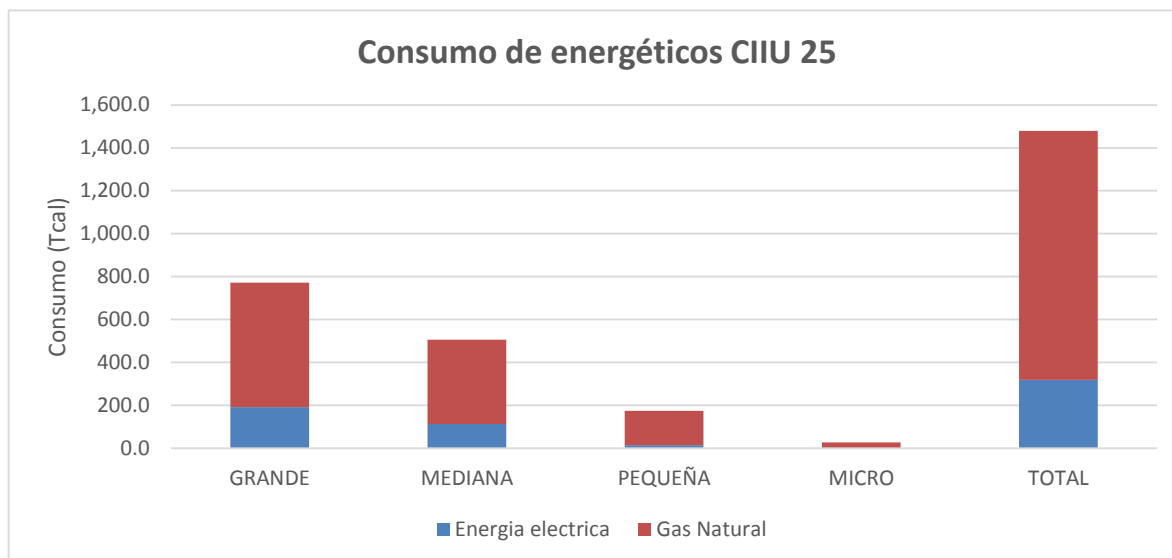
Figura 104. Participación del uso de energéticos en el CIU 25



Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

La figura siguiente muestra el consumo de energéticos por tamaño de empresa, nótese que las empresas grandes y medianas son las de mayor consumo.

Figura 105. Consumo de energéticos en el CIU 25 por tamaño de empresa



Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

7.7.3 Usos finales de la energía

Para este CIU se realizó evaluación energética en 30 establecimientos para todos los tamaños, la tabla siguiente muestra el número de establecimientos medidos por tamaño.

Tabla 115. Tipo de establecimientos medidos para el CIU 25

Tamaño	Establecimientos
GRANDE	14
MEDIANA	12
PEQUEÑA	4
Total general	30

Fuente: 2014, CORPOEMA

A partir del análisis de las evaluaciones realizadas en las empresas ubicadas en este CIU, se puede determinar la caracterización energética por usos finales, la tabla y figura siguientes, muestran la participación del consumo final de energía por uso final para el CIU 25, en esta caracterización se incluye todos los establecimientos evaluados como uno solo por tamaño.

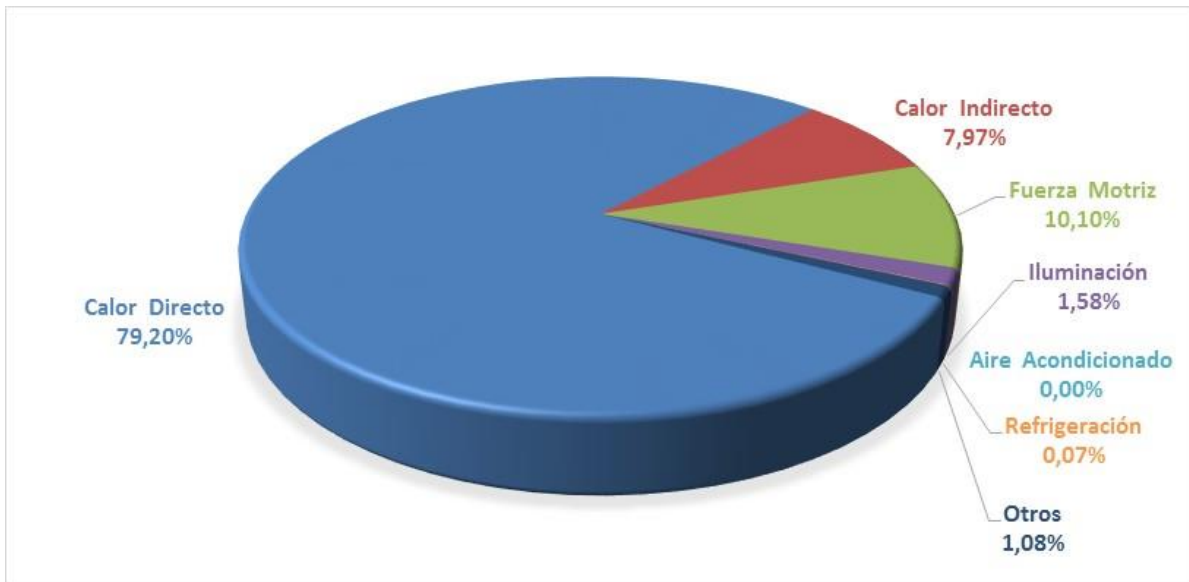
Tabla 116. Caracterización energética por usos finales – CIU 25

Uso Final	
Calor Directo	79,2%
Calor Indirecto	8,0%
Fuerza Motriz	10,1%
Iluminación	1,6%
Otros	0,0%
Aire Acondicionado	0,1%
Refrigeración	1,1%

Fuente: 2014, CORPOEMA

Cabe notar, que el uso final de mayor participación son los equipos de calor directo con el 79,2%,seguido por los equipos de fuerza motriz con el 10,1% y los de calor indirecto con el 7,97%, los usos finales restantes participan con el 2,73%. La figura siguiente ilustra esta participación.

Figura 106. Participación del consumo de energía por uso final CIU 25



Fuente: 2014, CORPOEMA

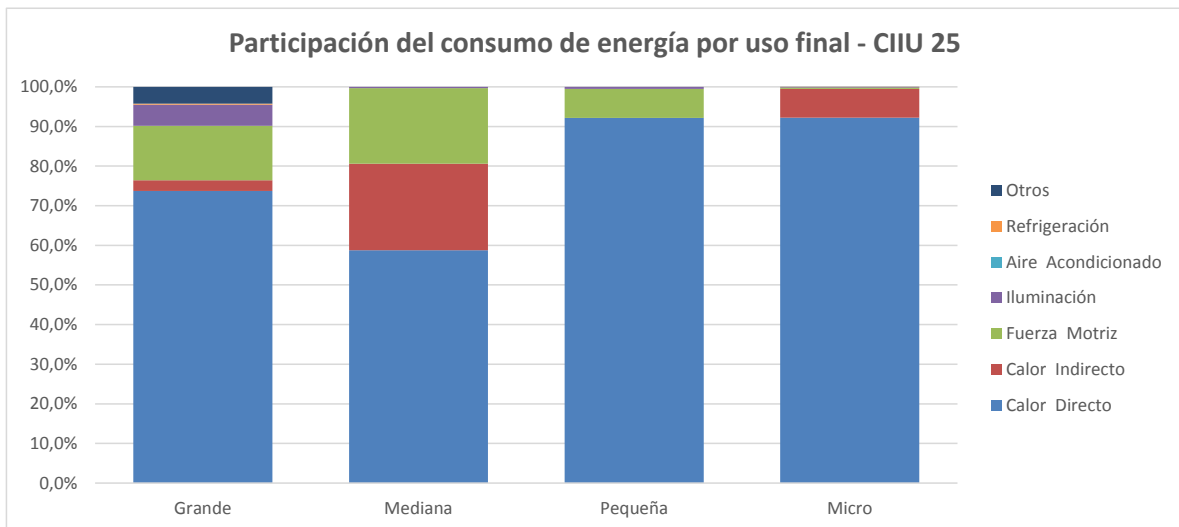
La tabla y figura siguientes muestran la participación del consumo de energía por uso final por tamaño de empresa, nótese que en los cuatro tamaños de empresa los usos de mayor participación son el calor directo y fuerza motriz.

Tabla 117. Caracterización energética por usos finales y tamaño de empresa – CIU 25

Uso final	Grande	Mediana	Pequeña	Micro
Calor Directo	73,7%	58,7%	92,1%	92,2%
Calor Indirecto	2,7%	21,9%	0,0%	7,3%
Fuerza Motriz	13,7%	19,1%	7,3%	0,3%
Iluminación	5,3%	0,3%	0,5%	0,1%
Aire Acondicionado	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Refrigeración	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%
Otros	4,2%	0,0%	0,0%	0,1%

Fuente: 2014, CORPOEMA

Figura 107. Participación del consumo de energía por uso final y tamaño de empresa - CIU 25



Fuente: 2014, CORPOEMA

7.8 CIU 26

7.8.1 Establecimientos

El CIU 26 según la EAM, está conformado por 44 establecimientos, los cuales representan solo el 0.95% del total de establecimientos que componen el CIU 19 a 31, a partir del análisis del universo de la muestra se concluye que 5 establecimientos son de tamaño grande, 14 establecimientos son de tamaño mediano, 22 establecimientos son de tamaño pequeño y solo 3 establecimientos son de tamaño micro.

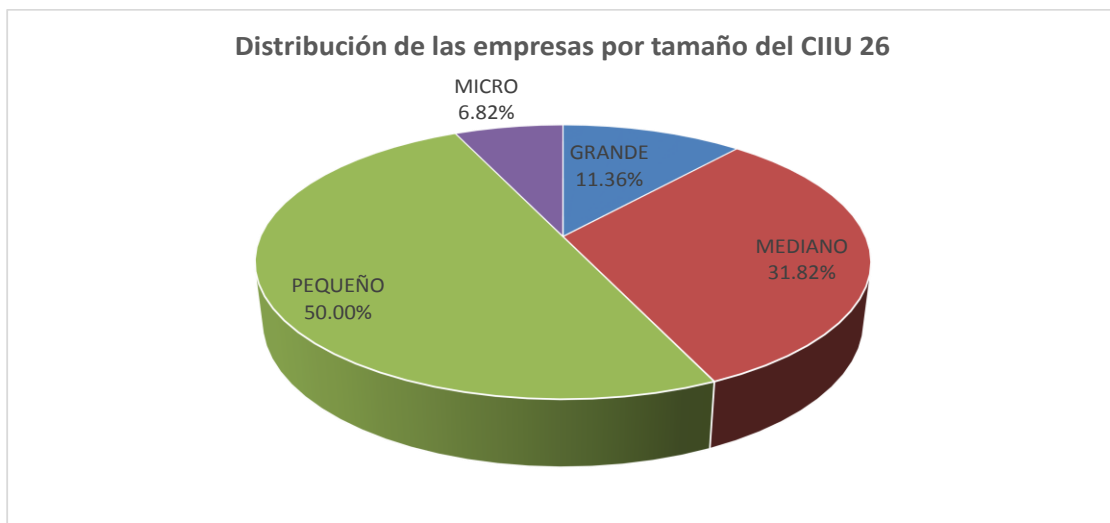
Tabla 118. Establecimientos del CIU 26

DIVISIÓN INDUSTRIAL	GRANDE	MEDIANO	PEQUEÑO	MICRO	TOTAL
C26	5	14	22	3	44

Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

La figura siguiente muestra la participación por tamaño de establecimiento, cabe notar que los establecimientos de tamaño pequeño son los de mayor participación en la composición de empresas de este CIU con el 50%, seguido por los establecimientos de tamaño mediano, grande y micro, con una participación de 31.82%, 11.36% y 6.82% respectivamente.

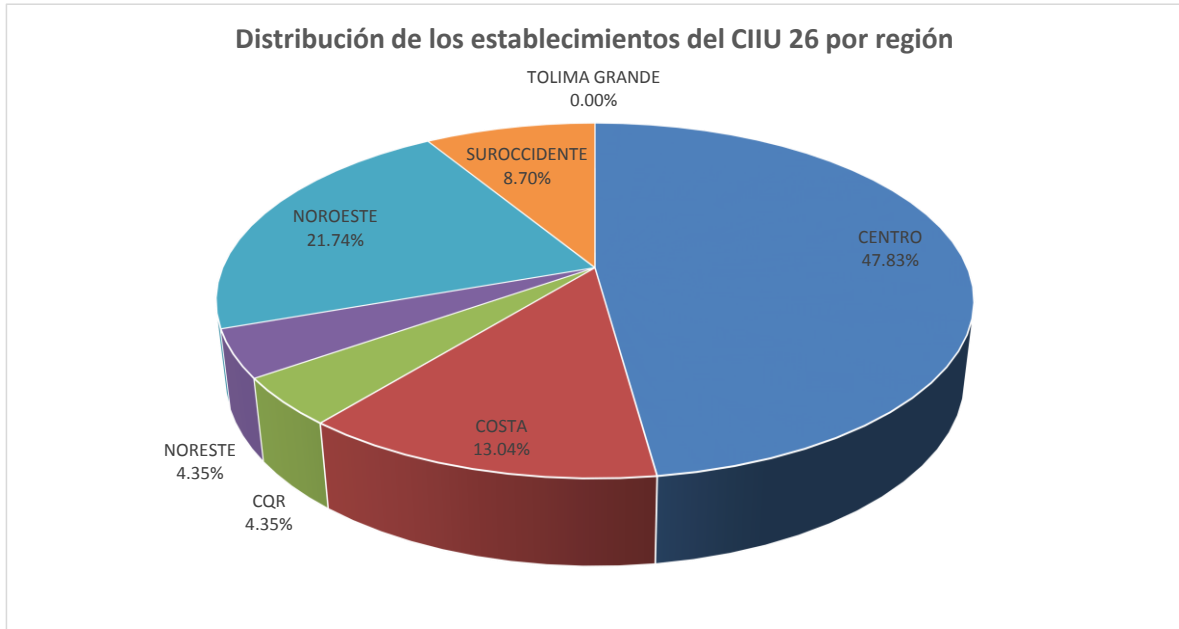
Figura 108. Participación de establecimientos del CIU 26 por tamaño



Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

En cuanto a la distribución de los establecimientos del CIU 26 por región, para este subsector los establecimientos se ubican principalmente en la región Centro con el 47.83%, seguido por la región Noroeste y Costa con el 21.74% y 13.04% respectivamente. La figura siguiente muestra esta distribución.

Figura 109. Distribución de los establecimientos del CIU 26 por región



Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

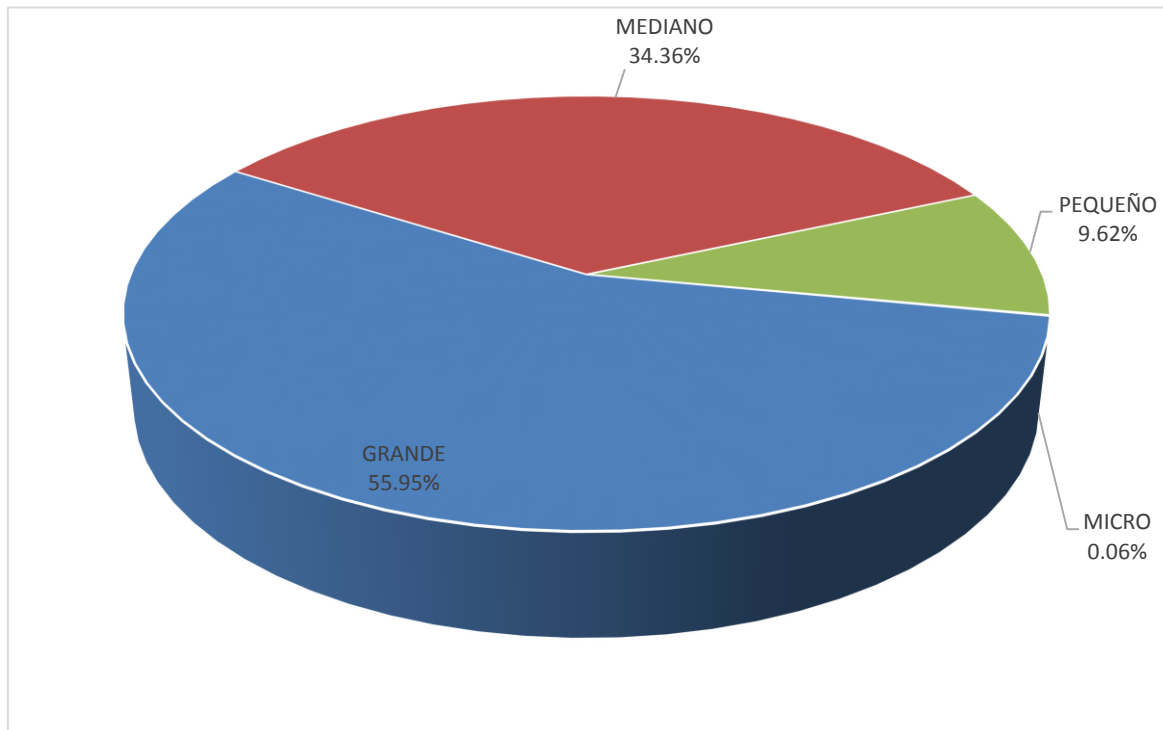
Considerando la base de datos de la EAM del DANE y el análisis a las bases de datos de Byton y Supersociedades, se tiene que la producción bruta para este subsector alcanza los \$ 216.408.455.000, la tabla siguiente muestra la producción bruta por tamaño de empresa, y la figura siguiente muestra esta participación.

Tabla 119. Producción bruta por tamaño de establecimiento del CIU 26 (miles de pesos)

DIVISIÓN INDUSTRIAL	GRANDE	MEDIANO	PEQUEÑO	MICRO	TOTAL
C26	\$ 121,079,014	\$ 74,368,296	\$ 20,827,609	\$ 133,536	\$ 216,408,455

Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

Tabla 120. Participación de la producción bruta por tamaño de establecimiento del CIU 26



Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

7.8.2 Energéticos

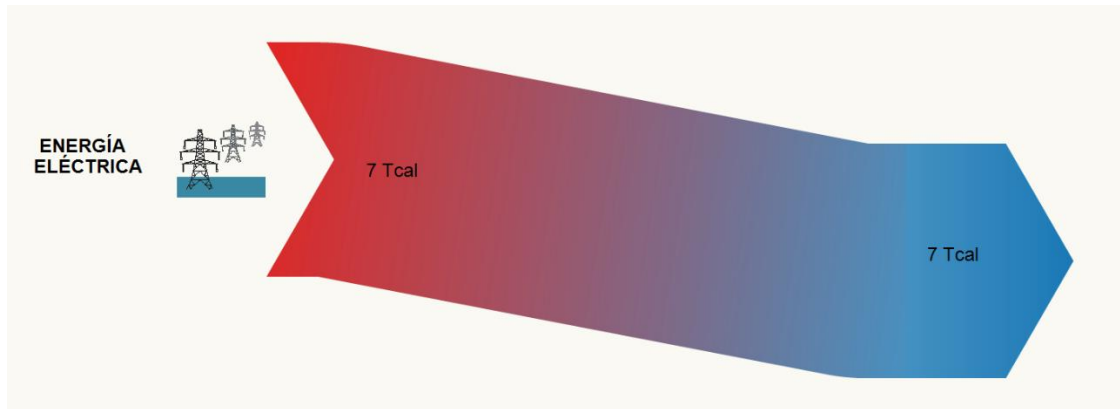
El CIU 26 consume solo energía eléctrica (8.531.121 kWh/año), lo anterior corresponde al consumo en 2013 de 7,3 Tcal, la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y figura siguiente muestra el consumo de energéticos para este año.

Tabla 121. Consumo de energéticos para el CIU 26

ENERGÉTICO	GRANDE	MEDIANA	PEQUEÑA	MICRO	TOTAL
Energía eléctrica (kWh)	5,044,195	2,267,154	952,346	267,426	8,531,121

Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

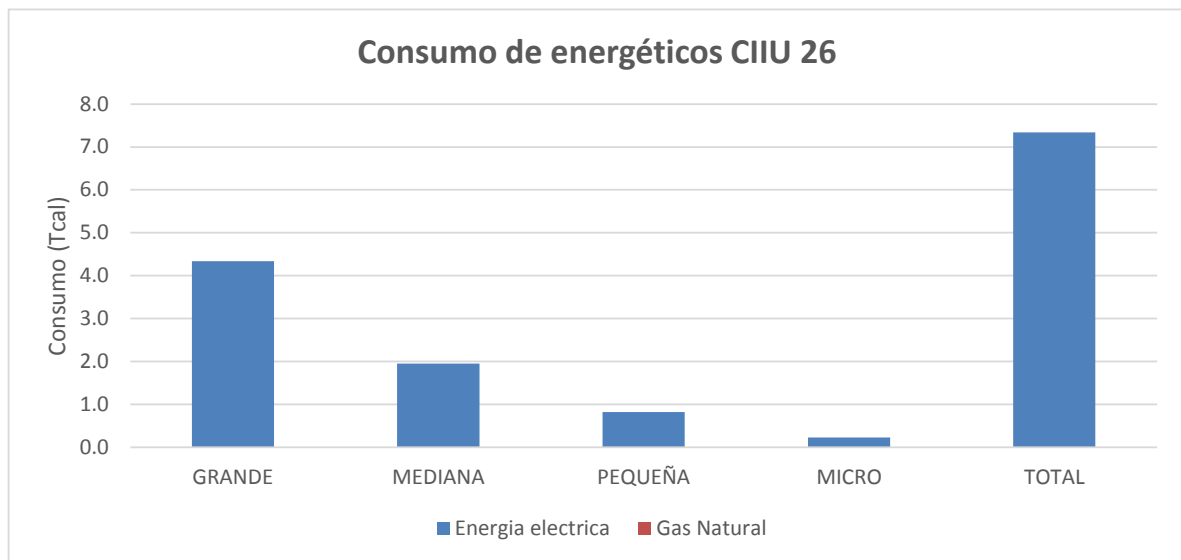
Figura 110. Diagrama de Sankey del consumo de energéticos en CIU 26



Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

La figura siguiente muestra el consumo de energéticos por tamaño de empresa, nótese que las empresas grandes y medianas son las de mayor consumo.

Figura 111. Consumo de energéticos en el CIU 26 por tamaño de empresa



Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

7.8.3 Usos finales de la energía

Para este CIU se realizó evaluación energética en 3 establecimientos para todos los tamaños, la tabla siguiente muestra el número de establecimientos medidos por tamaño.

Tabla 122. Tipo de establecimientos medidos para el CIU 26

Tamaño	Establecimientos
MEDIANA	2
PEQUEÑA	1
Total general	3

Fuente: 2014, CORPOEMA

A partir del análisis de las evaluaciones realizadas en las empresas ubicadas en este CIU, se puede determinar la caracterización energética por usos finales, la tabla y figura siguientes, muestran la participación del consumo final de energía por uso final para el CIU 26, en esta caracterización se incluye las empresas de tamaño mediano y pequeño tal como se definió en la muestra.

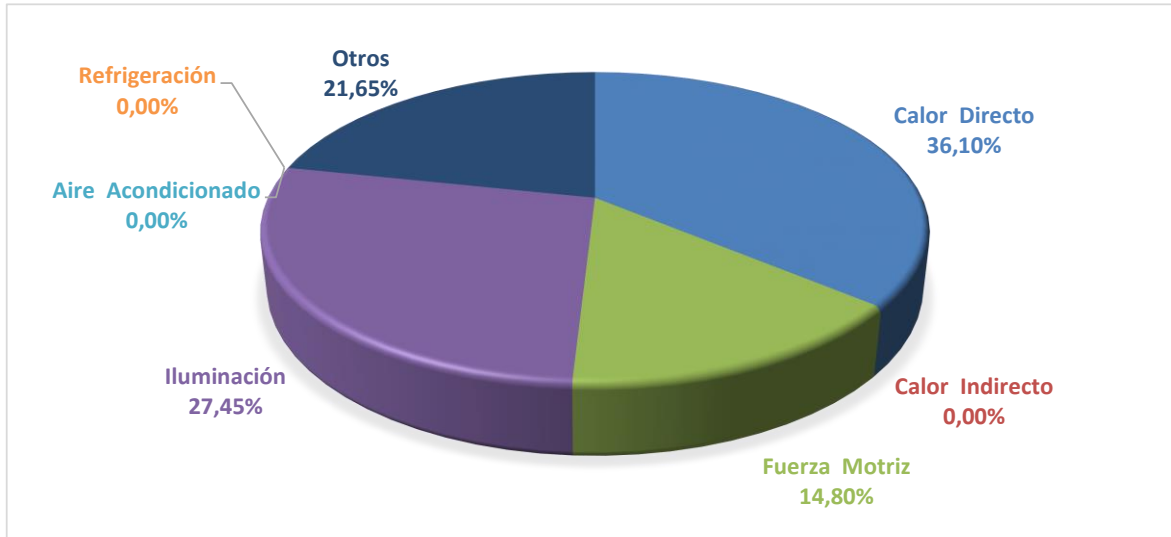
Tabla 123. Caracterización energética por usos finales – CIU 26

Uso Final	
Calor Directo	36,1%
Calor Indirecto	0,0%
Fuerza Motriz	14,8%
Iluminación	27,5%
Otros	0,0%
Aire Acondicionado	0,0%
Refrigeración	21,7%

Fuente: 2014, CORPOEMA

Cabe notar, que el uso final de mayor participación es el calor directo con el 36.10% seguido por los sistemas de iluminación con el 27.45%, y equipos electrónicos de ensamble ubicados como otros con el 19.05% los usos finales restantes participan con el 17.2%. La figura siguiente ilustra esta participación.

Figura 112. Participación del consumo de energía por uso final CIU 26



Fuente: 2014, CORPOEMA

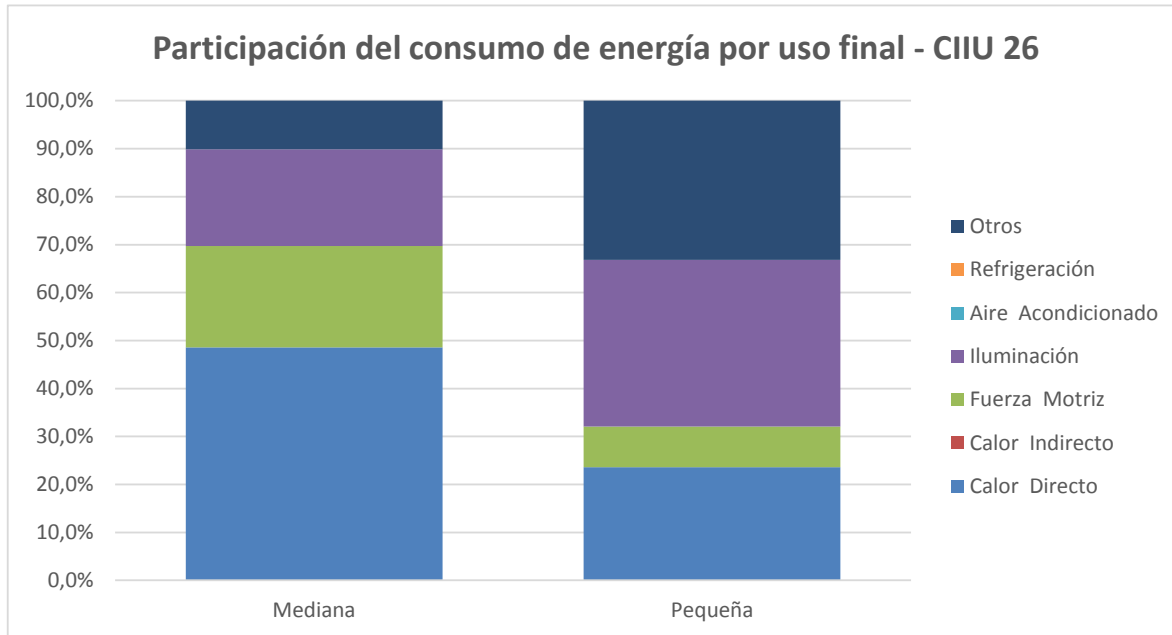
La tabla y figura siguientes muestran la participación del consumo de energía por uso final por tamaño de empresa, nótese que en los dos tamaños de empresa los usos de mayor participación son el calor directo e iluminación.

Tabla 124. Caracterización energética por usos finales y tamaño de empresa – CIU 26

Uso final	Mediana	Pequeña
Calor Directo	48,6%	23,6%
Calor Indirecto	0,0%	0,0%
Fuerza Motriz	21,1%	8,5%
Iluminación	20,2%	34,7%
Aire Acondicionado	0,0%	0,0%
Refrigeración	0,0%	0,0%
Otros	10,1%	33,2%

Fuente: 2014, CORPOEMA

Figura 113. Participación del consumo de energía por uso final y tamaño de empresa - CIU 26



Fuente: 2014, CORPOEMA

7.9 CIU 27

7.9.1 Establecimientos

El CIU 27 según la EAM, está conformado por 203 establecimientos, los cuales representan el 4.38% del total de establecimientos que componen el CIU 19 a 31, a partir del análisis del universo de la muestra se concluye que 38 establecimientos son de tamaño grande, 82 establecimientos son de tamaño mediano, 79 establecimientos son de tamaño pequeño y solo 4 establecimientos son de tamaño micro.

Tabla 125. Establecimientos del CIU 23

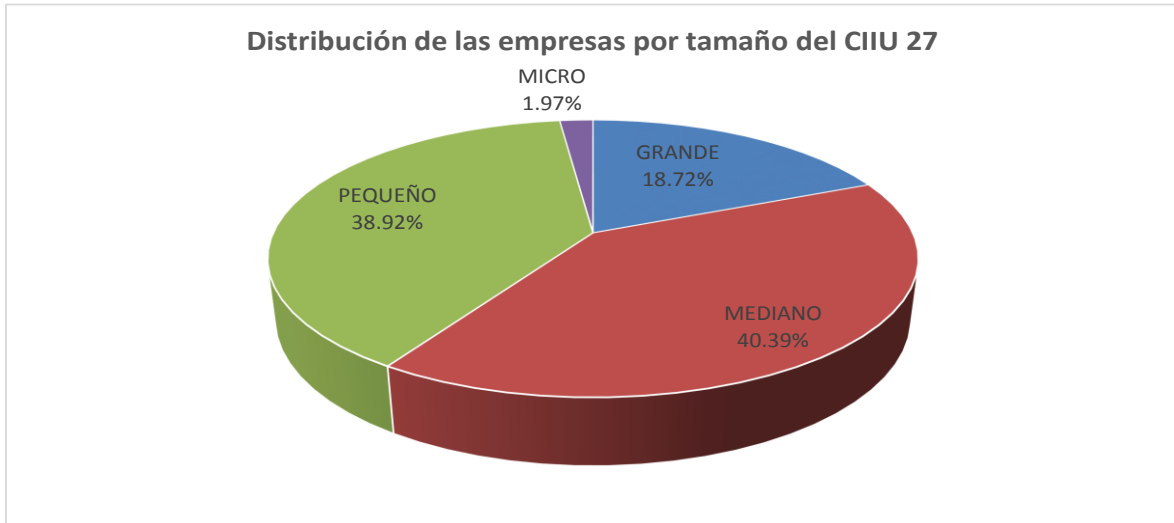
DIVISIÓN INDUSTRIAL	GRANDE	MEDIANO	PEQUEÑO	MICRO	TOTAL
C27	38	82	79	4	203

Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

La figura siguiente muestra la participación por tamaño de establecimiento, cabe notar que los establecimientos de tamaño mediano y pequeño son los de mayor participación

en la composición de empresas de este CIU con el 40.39% y 38.92% respectivamente, seguido por los establecimientos de tamaño grande y micro, con una participación de 18.72% y 1.97% respectivamente.

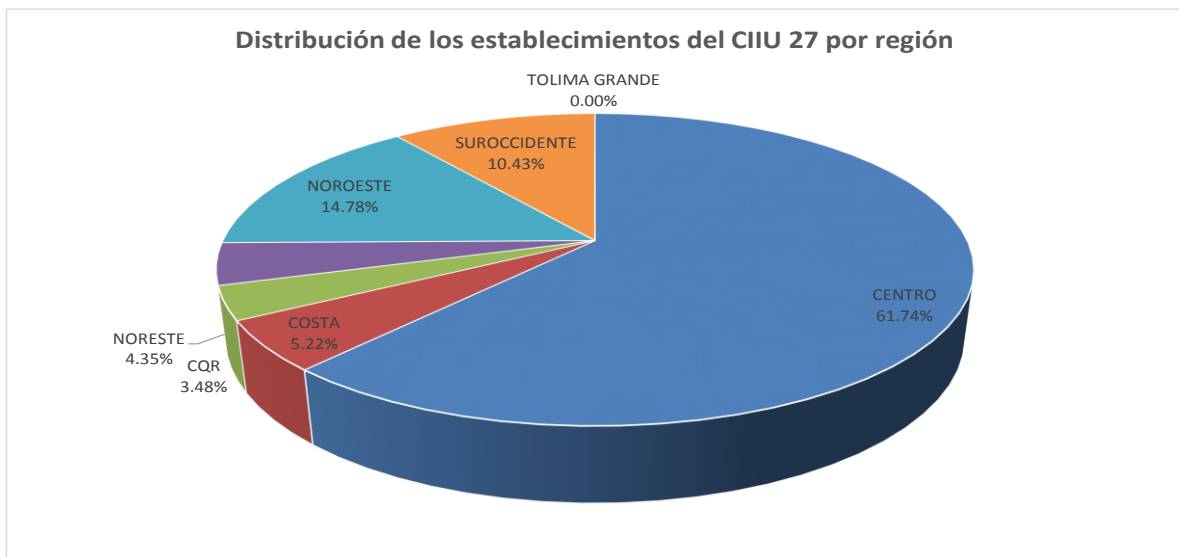
Figura 114. Participación de establecimientos del CIU 27 por tamaño



Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

En cuanto a la distribución de los establecimientos del CIU 27 por región, para este subsector los establecimientos se ubican principalmente en la región Centro con el 61.74%, seguido por la región Noroeste y suroccidente con el 14.78% y 10.43% respectivamente. La figura siguiente muestra esta distribución.

Figura 115. Distribución de los establecimientos del CIU 27 por región



Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

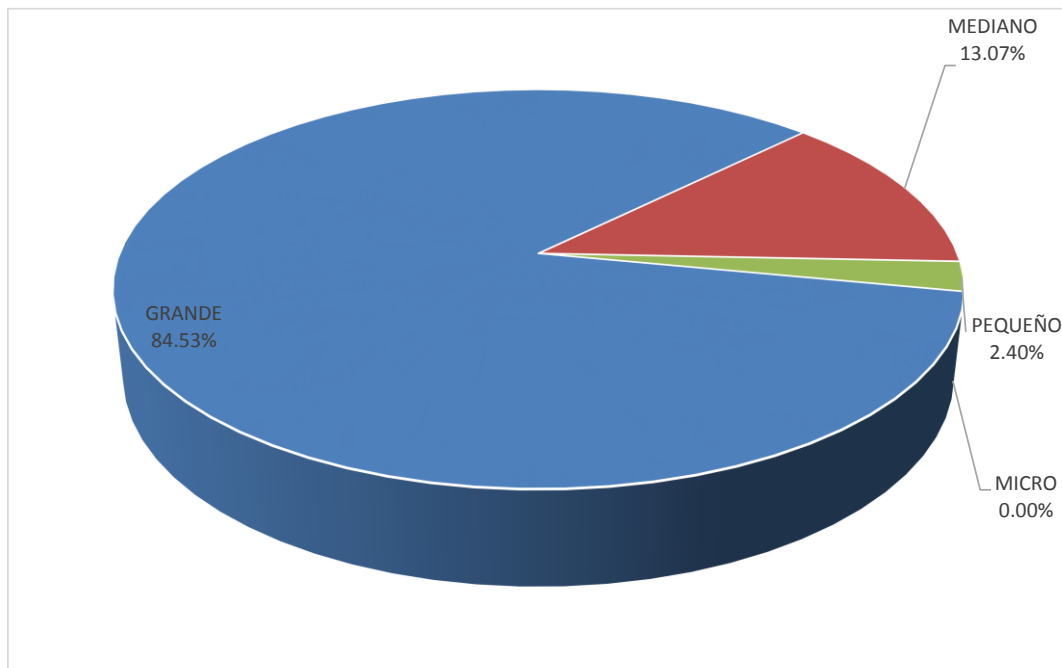
Considerando la base de datos de la EAM del DANE y el análisis a las bases de datos de Byton y Supersociedades, se tiene que la producción bruta para este subsector alcanza los \$ 4.053.721.833.000 la tabla siguiente muestra la producción bruta por tamaño de empresa, y la figura siguiente muestra esta participación.

Tabla 126. Producción bruta por tamaño de establecimiento del CIU 27 (miles de pesos)

DIVISIÓN INDUSTRIAL	GRANDE	MEDIANO	PEQUEÑO	MICRO	TOTAL
C27	\$ 3,426,603,022	\$ 529,696,288	\$ 97,368,561	\$ 53,962	\$ 4,053,721,833

Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

Tabla 127. Participación de la producción bruta por tamaño de establecimiento del CIU 27



Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

7.9.2 Energéticos

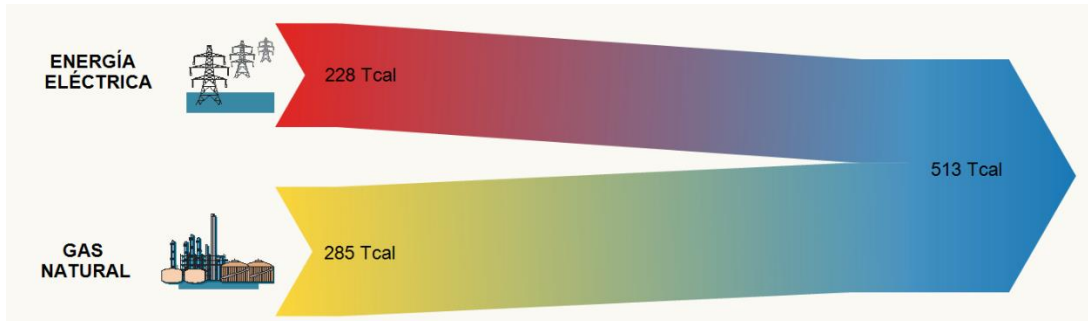
El CIU 27 consume energía eléctrica (265.083.460 kWh/año) y gas natural (17,231,821 m³/año) principalmente, lo anterior corresponde al consumo en 2013 de 512,8 Tcal, la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y figura siguiente muestra el consumo e energéticos para este año.

Tabla 128. Consumo de energéticos para el CIU 27

ENERGÉTICO	GRANDE	MEDIANA	PEQUEÑA	MICRO	TOTAL
Energía eléctrica (kWh)	163,141,180	91,398,217	10,478,675	65,389	265,083,460
Gas Natural (m3)	15,626,730	108,657	1,496,434	-	17,231,821

Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

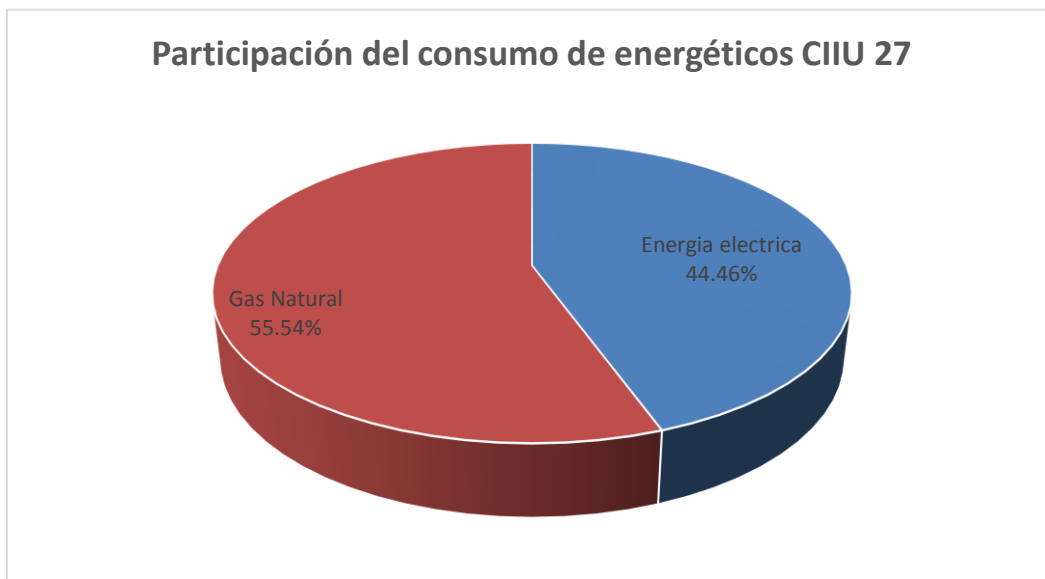
Figura 116. Diagrama de Sankey del consumo de energéticos en CIU 27



Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

De lo anterior el 55,54 % del consumo es gas natural y el restante 44,46% es energía eléctrica.

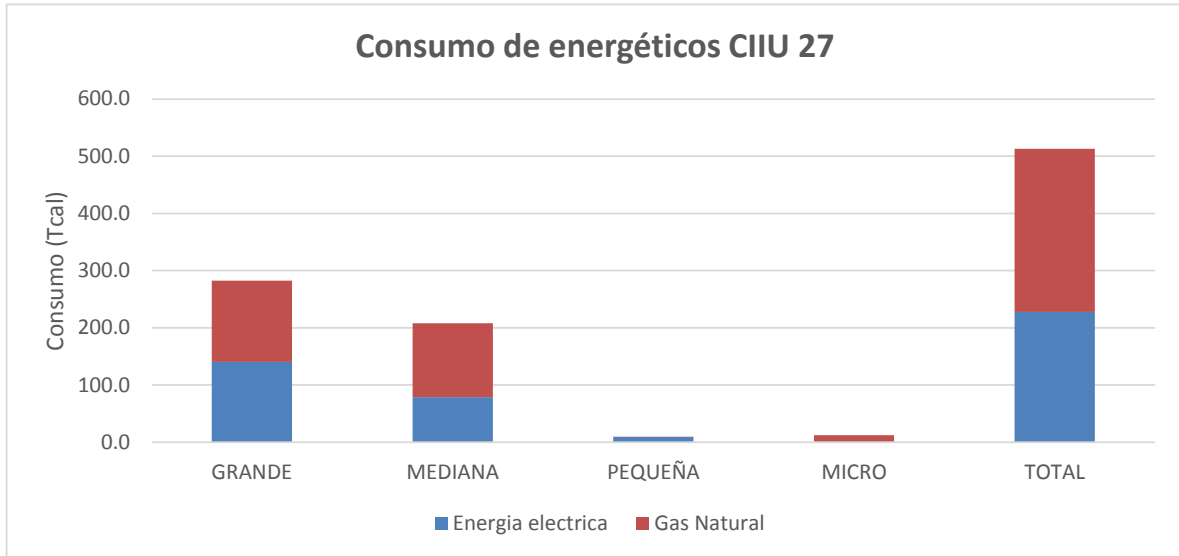
Figura 117. Participación del uso de energéticos en el CIU 27



Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

La figura siguiente muestra el consumo de energéticos por tamaño de empresa, nótese que las empresas grandes y medianas son las de mayor consumo.

Figura 118. Consumo de energéticos en el CIU 27 por tamaño de empresa



Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

7.9.3 Usos finales de la energía

Para este CIU se realizó evaluación energética en 16 establecimientos para los tamaños grande, mediano y pequeño, la tabla siguiente muestra el número de establecimientos medidos por tamaño.

Tabla 129. Tipo de establecimientos medidos para el CIU 27

Tamaño	Establecimientos
GRANDE	10
MEDIANA	5
PEQUEÑA	1
Total general	16

Fuente: 2014, CORPOEMA

A partir del análisis de las evaluaciones realizadas en las empresas ubicadas en este CIU, se puede determinar la caracterización energética por usos finales, la tabla y figura siguientes, muestran la participación del consumo final de energía por uso final para el CIU 27, en esta caracterización se incluye todos los establecimientos evaluados como uno solo por tamaño.

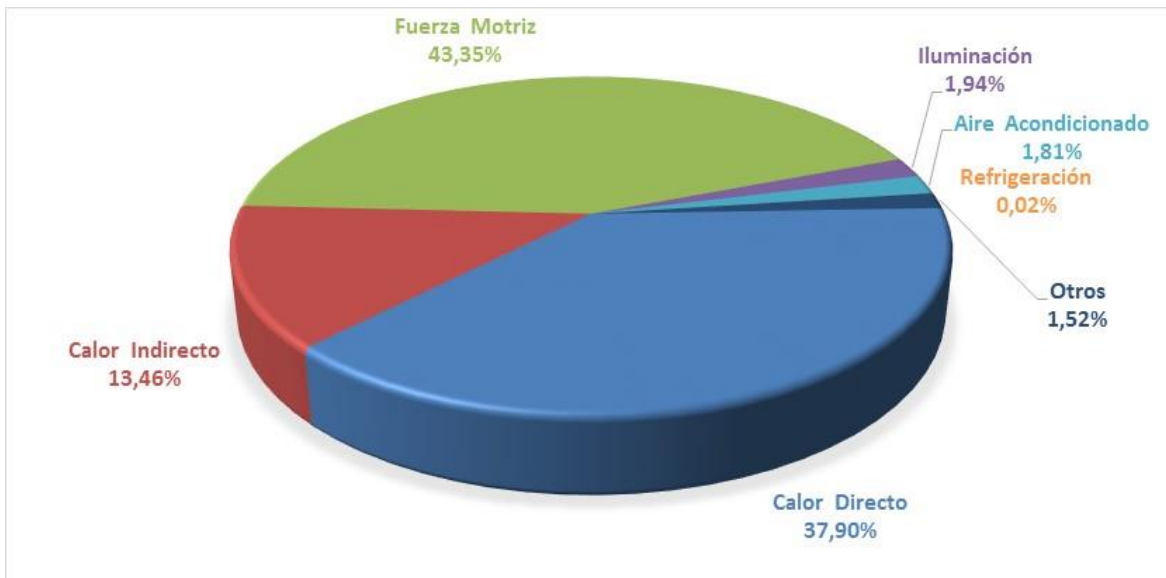
Tabla 130. Caracterización energética por usos finales – CIU 27

Uso Final	
Calor Directo	37,9%
Calor Indirecto	13,5%
Fuerza Motriz	43,4%
Iluminación	1,9%
Otros	1,8%
Aire Acondicionado	0,0%
Refrigeración	1,5%

Fuente: 2014, CORPOEMA

Cabe notar, que el uso final de mayor participación es la fuerza motriz con el 45,35% seguido por los equipos de calor directo con el 37,90% y calor indirecto con el 13,46%, los usos finales restantes participan con el 5.14%. La figura siguiente ilustra esta participación.

Figura 119. Participación del consumo de energía por uso final CIU 27



Fuente: 2014, CORPOEMA

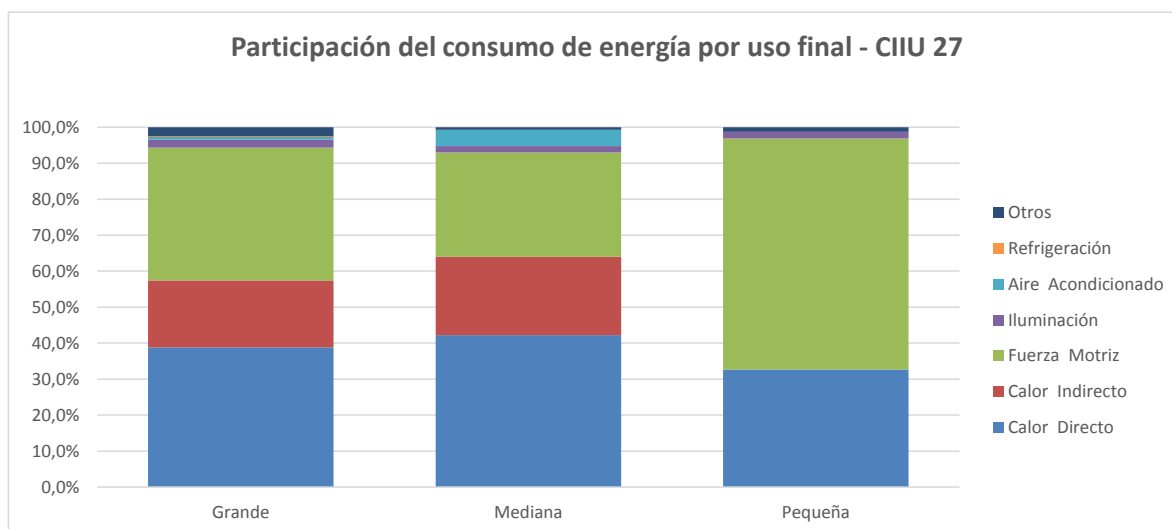
La tabla y figura siguientes muestran la participación del consumo de energía por uso final por tamaño de empresa, nótese que en los tres tamaños de empresa los usos de mayor participación son el calor directo y fuerza motriz.

Tabla 131. Caracterización energética por usos finales y tamaño de empresa – CIU 27

Uso final	Grande	Mediana	Pequeña
Calor Directo	38,8%	42,2%	32,7%
Calor Indirecto	18,6%	21,8%	0,0%
Fuerza Motriz	36,9%	29,0%	64,2%
Iluminación	2,2%	1,8%	1,8%
Aire Acondicionado	1,0%	4,5%	0,0%
Refrigeración	0,0%	0,0%	0,0%
Otros	2,5%	0,7%	1,3%

Fuente: 2014, CORPOEMA

Figura 120. Participación del consumo de energía por uso final y tamaño de empresa - CIU 27



Fuente: 2014, CORPOEMA

7.10 CIU 28

7.10.1 Establecimientos

El CIU 28 según la EAM, está conformado por 545 establecimientos, los cuales representan el 11.76% del total de establecimientos que componen el CIU 19 a 31, a partir del análisis del universo de la muestra se concluye que 118 establecimientos son de tamaño grande, 229 establecimientos son de tamaño mediano, 194 establecimientos son de tamaño pequeño y solo 8 establecimientos son de tamaño micro.

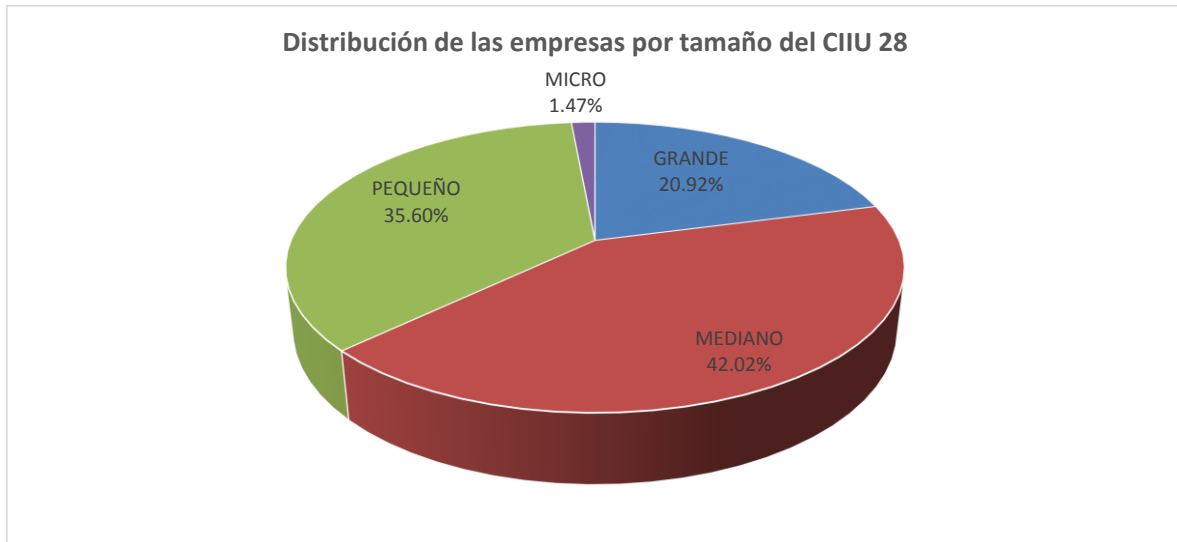
Tabla 132. Establecimientos del CIU 28

DIVISIÓN INDUSTRIAL	GRANDE	MEDIANO	PEQUEÑO	MICRO	TOTAL
C28	114	229	194	8	545

Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

La figura siguiente muestra la participación por tamaño de establecimiento, cabe notar que los establecimientos de tamaño mediano y pequeño son los de mayor participación en la composición de empresas de este CIU con el 42.02% y 35.60% respectivamente, seguido por los establecimientos de tamaño grande y micro, con una participación de 20.92% y 1.47% respectivamente.

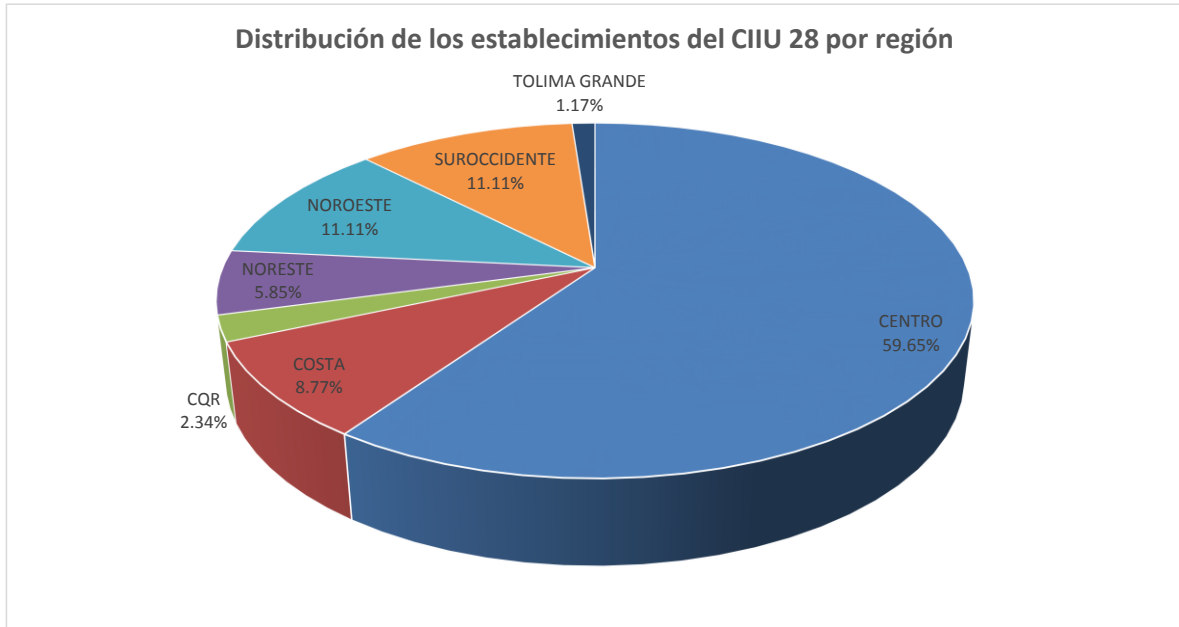
Figura 121. Participación de establecimientos del CIU 28 por tamaño



Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

En cuanto a la distribución de los establecimientos del CIU 28 por región, para este subsector los establecimientos se ubican principalmente en la región Centro con el 59.65%, seguido por la región Noroeste, Suroccidente y Costa con el 11.11% para las dos primeras y 8.77% respectivamente. La figura siguiente muestra esta distribución.

Figura 122. Distribución de los establecimientos del CIU 28 por región



Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

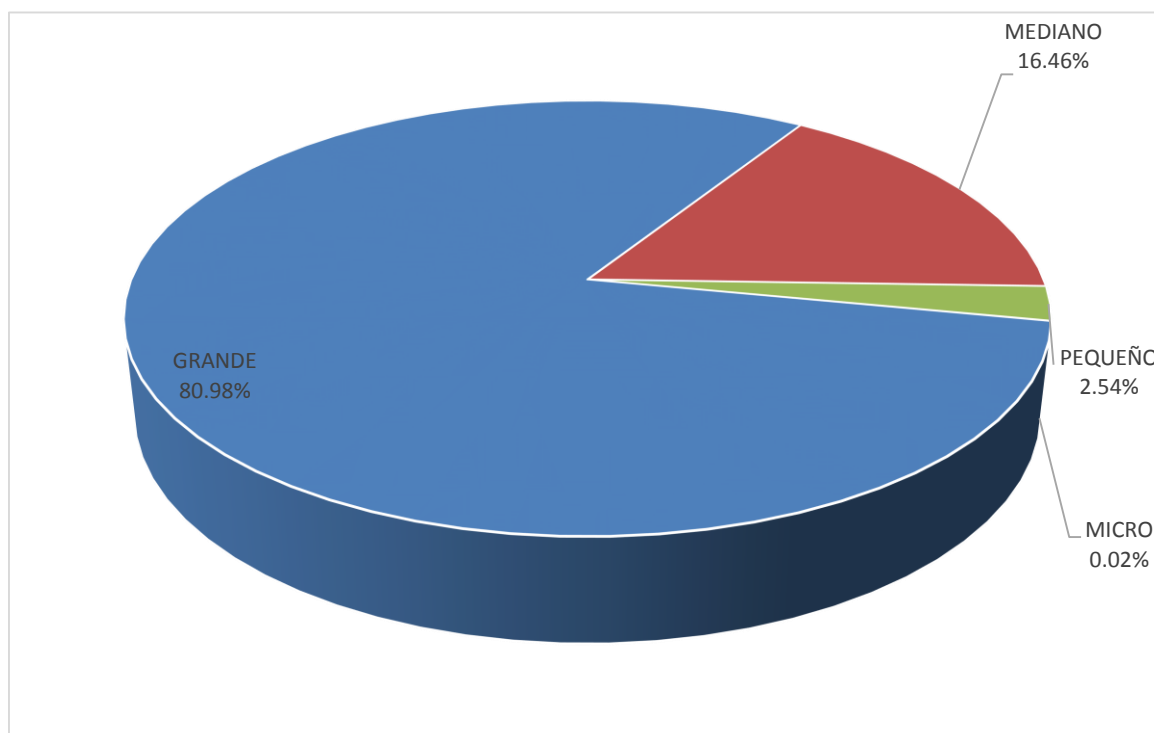
Considerando la base de datos de la EAM del DANE y el análisis a las bases de datos de Byton y Supersociedades, se tiene que la producción bruta para este subsector alcanza los \$ 2,424,824,856,000 la tabla siguiente muestra la producción bruta por tamaño de empresa, y la figura siguiente muestra esta participación.

Tabla 133. Producción bruta por tamaño de establecimiento del CIU 28 (miles de pesos)

DIVISIÓN INDUSTRIAL	GRANDE	MEDIANO	PEQUEÑO	MICRO	TOTAL
C28	\$ 1,963,585,441	\$ 399,166,833	\$ 61,683,406	\$ 389,176	\$ 2,424,824,856

Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

Tabla 134. Participación de la producción bruta por tamaño de establecimiento del CIU 28



Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

7.10.2 Energéticos

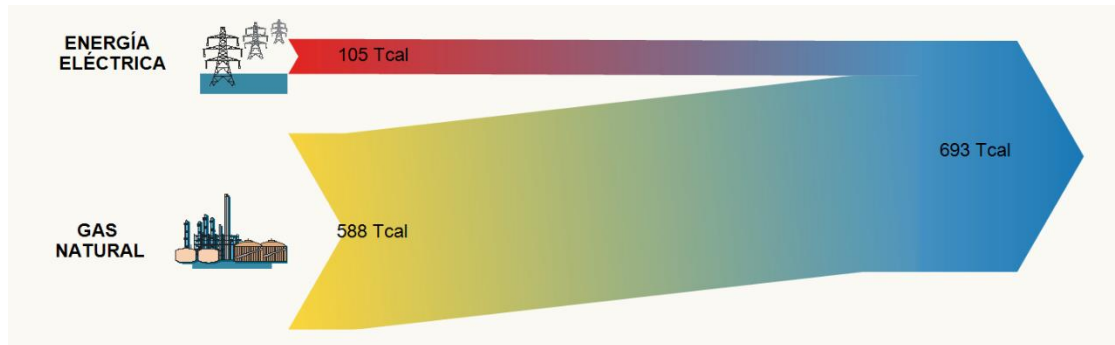
El CIU 28 consume energía eléctrica (121.543.328 kWh/año) y gas natural (35.581.420 m³/año) principalmente, lo anterior corresponde al consumo en 2013 de 692,6 Tcal, la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y figura siguiente muestra el consumo energético para este año.

Tabla 135. Consumo de energéticos para el CIU 28

ENERGÉTICO	GRANDE	MEDIANA	PEQUEÑA	MICRO	TOTAL
Energía eléctrica (kWh)	105,636,684	10,092,886	5,760,720	53,038	121,543,328
Gas Natural (m ³)	30,837,961	4,056,414	687,045	-	35,581,420

Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

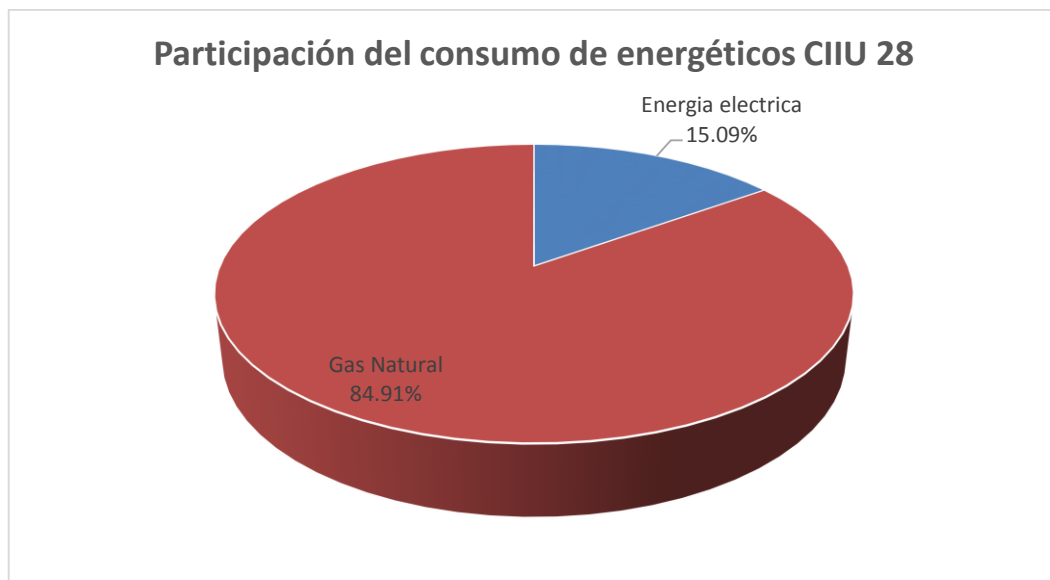
Figura 123. Diagrama de Sankey del consumo de energéticos en CIU 28



Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

De lo anterior el 84,91 % del consumo es gas natural y el restante 15,09% es energía eléctrica.

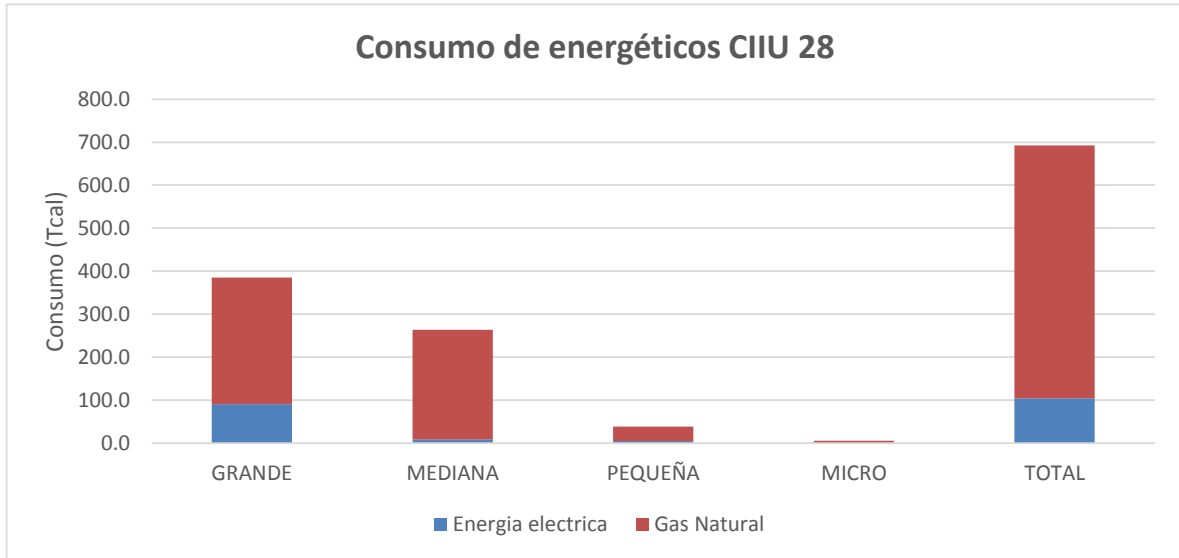
Figura 124. Participación del uso de energéticos en el CIU 28



Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

La figura siguiente muestra el consumo de energéticos por tamaño de empresa, nótese que las empresas grandes y medianas son las de mayor consumo.

Figura 125. Consumo de energéticos en el CIU 28 por tamaño de empresa



Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

7.10.3 Usos finales de la energía

Para este CIU se realizó evaluación energética en 10 establecimientos para los tamaños grande, mediano y pequeño, la tabla siguiente muestra el número de establecimientos medidos por tamaño.

Tabla 136. Tipo de establecimientos medidos para el CIU 28

Tamaño	Establecimientos
GRANDE	3
MEDIANA	1
PEQUEÑA	6
Total general	10

Fuente: 2014, CORPOEMA

A partir del análisis de las evaluaciones realizadas en las empresas ubicadas en este CIU, se puede determinar la caracterización energética por usos finales, la tabla y figura siguientes, muestran la participación del consumo final de energía por uso final para el CIU 28, en esta caracterización se incluye todos los establecimientos evaluados como uno solo por tamaño.

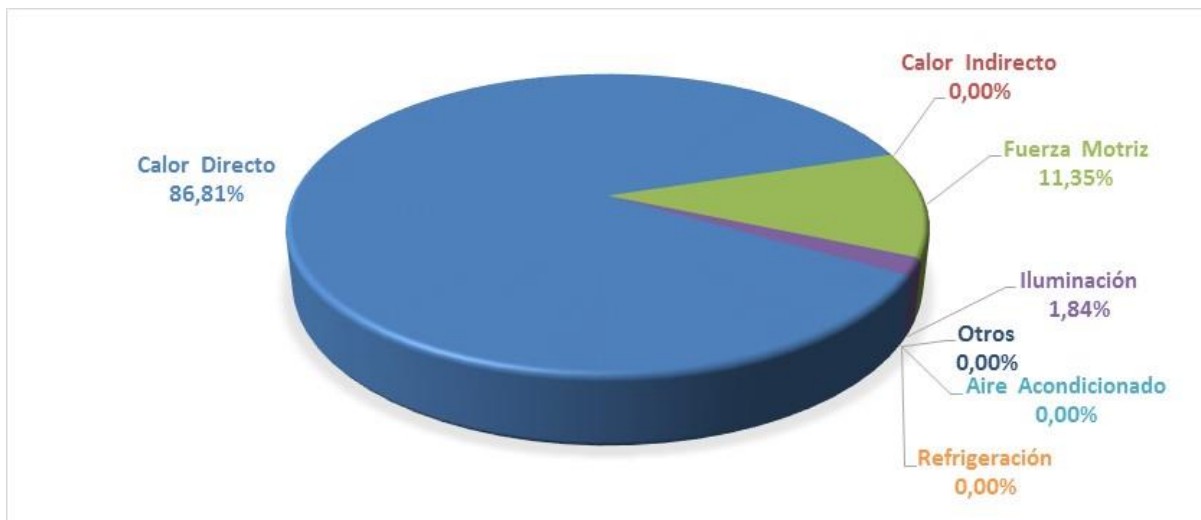
Tabla 137. Caracterización energética por usos finales – CIU 28

Uso Final	
Calor Directo	86,8%
Calor Indirecto	0,0%
Fuerza Motriz	11,4%
Iluminación	1,8%
Otros	0,0%
Aire Acondicionado	0,0%
Refrigeración	0,0%

Fuente: 2014, CORPOEMA

Cabe notar, que el uso final de mayor participación es calor directo con el 86,81%, seguido por fuerza motriz 11,35% e iluminación con el 1,84%.

Figura 126. Participación del consumo de energía por uso final CIU 28



Fuente: 2014, CORPOEMA

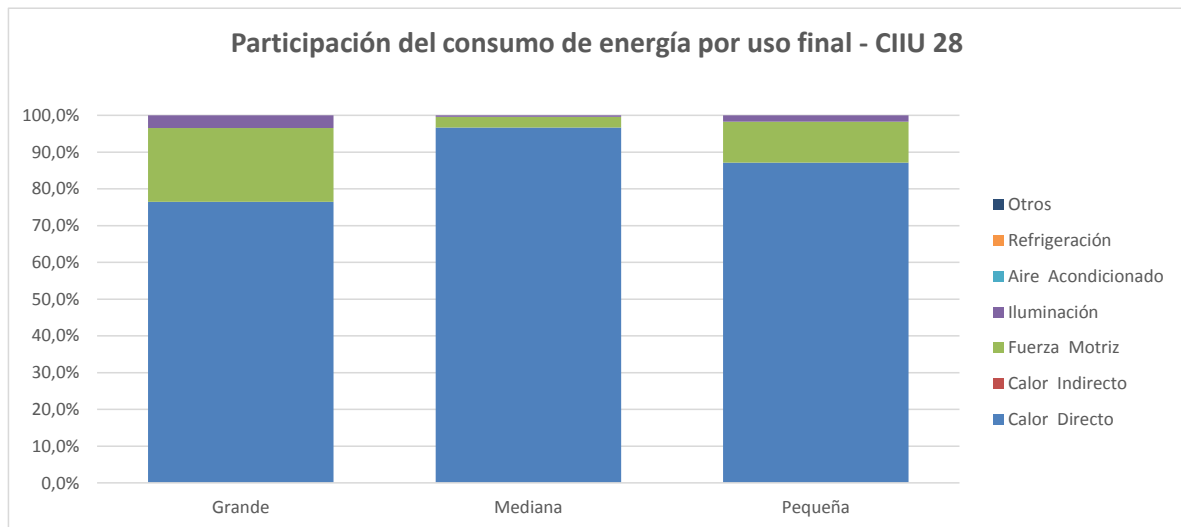
La tabla y figura siguientes muestran la participación del consumo de energía por uso final por tamaño de empresa, nótese que en los cuatro tamaños de empresa los usos de mayor participación son el calor directo y fuerza motriz.

Tabla 138. Caracterización energética por usos finales y tamaño de empresa – CIU 28

Uso final	Grande	Mediana	Pequeña
Calor Directo	76,5%	96,7%	87,2%
Calor Indirecto	0,0%	0,0%	0,0%
Fuerza Motriz	20,1%	2,9%	11,1%
Iluminación	3,4%	0,4%	1,7%
Aire Acondicionado	0,0%	0,0%	0,0%
Refrigeración	0,0%	0,0%	0,0%
Otros	0,0%	0,0%	0,0%

Fuente: 2014, CORPOEMA

Figura 127. Participación del consumo de energía por uso final y tamaño de empresa - CIU 28



Fuente: 2014, CORPOEMA

7.11 CIU 29

7.11.1 Establecimientos

El CIU 29 según la EAM, está conformado por 196 establecimientos, los cuales representan el 4.23% del total de establecimientos que componen el CIU 19 a 31, a partir del análisis del universo de la muestra se concluye que 50 establecimientos son de tamaño grande, 91 establecimientos son de tamaño mediano, 52 establecimientos son de tamaño pequeño y solo 3 establecimientos son de tamaño micro.

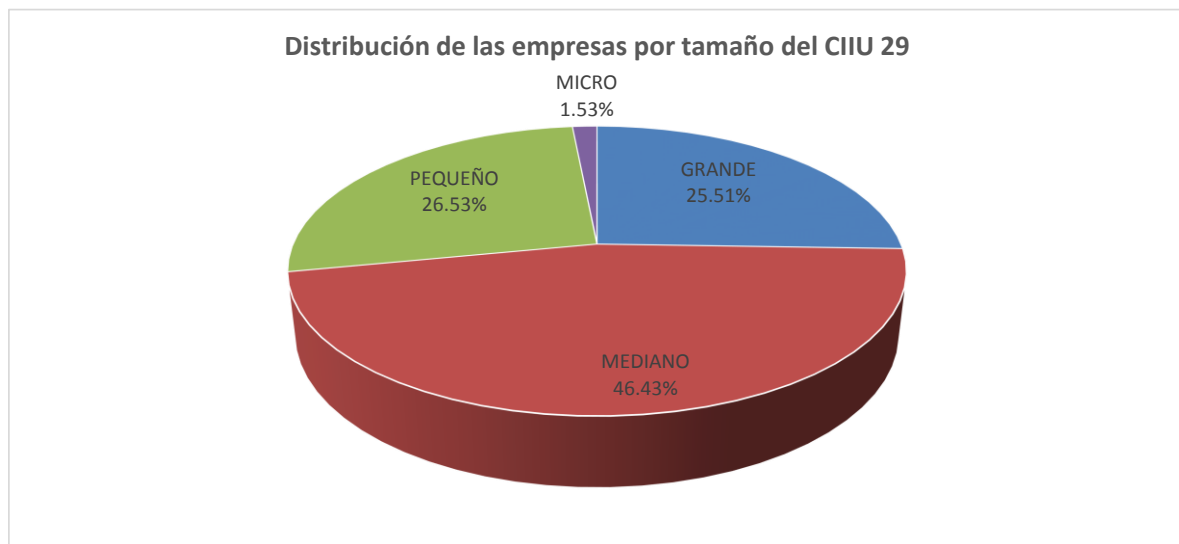
Tabla 139. Establecimientos del CIU 29

DIVISIÓN INDUSTRIAL	GRANDE	MEDIANO	PEQUEÑO	MICRO	TOTAL
C29	50	91	52	3	196

Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

La figura siguiente muestra la participación por tamaño de establecimiento, cabe notar que los establecimientos de tamaño mediano son los de mayor participación en la composición de empresas de este CIU con el 46.43%, seguido por los establecimientos de tamaño pequeño, grande y micro, con una participación de 26.53%, 25.51% y 1.53% respectivamente.

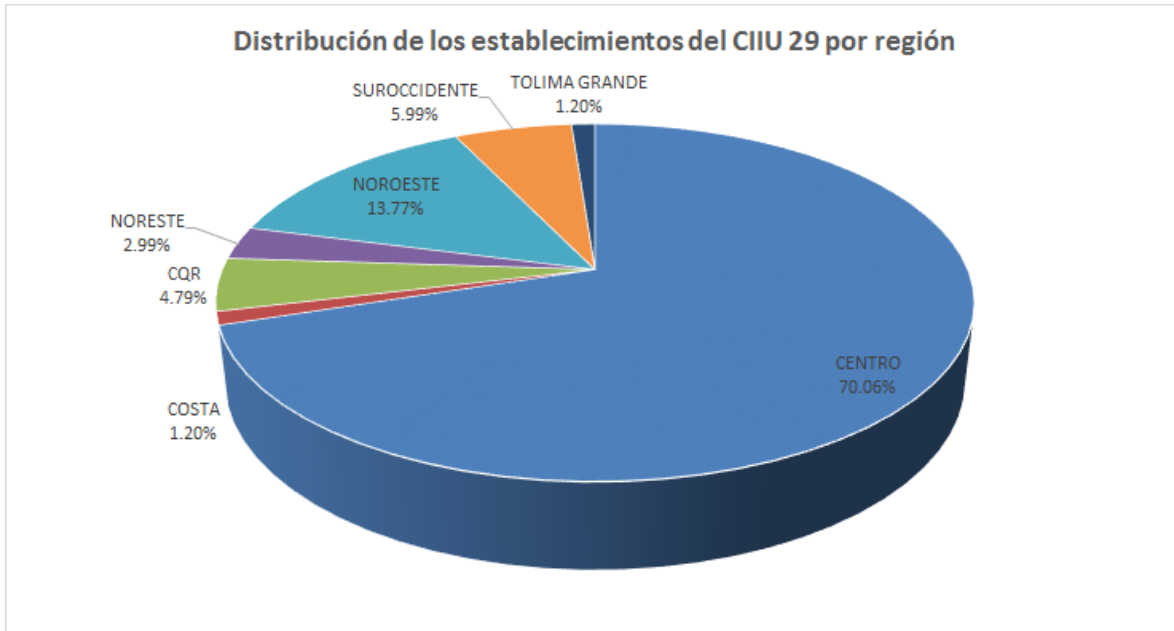
Figura 128. Participación de establecimientos del CIU 29 por tamaño



Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

En cuanto a la distribución de los establecimientos del CIU 29 por región, para este subsector los establecimientos se ubican principalmente en la región Centro con el 70.06%, seguido por la región Noroeste y Suroccidente con el 13.77% y 5.99% respectivamente. La figura siguiente muestra esta distribución.

Figura 129. Distribución de los establecimientos del CIU 29 por región



Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

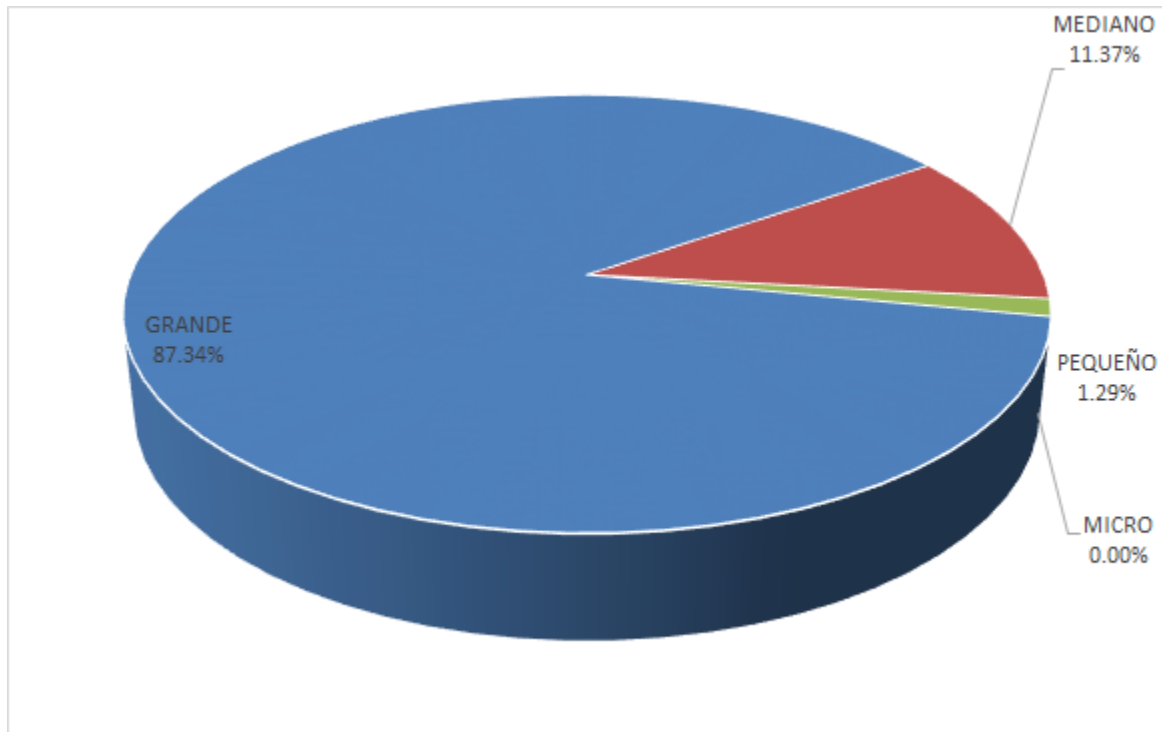
Considerando la base de datos de la EAM del DANE y el análisis a las bases de datos de Byton y Supersociedades, se tiene que la producción bruta para este subsector alcanza los \$ 6.077.548.495.000 la tabla siguiente muestra la producción bruta por tamaño de empresa, y la figura siguiente muestra esta participación.

Tabla 140. Producción bruta por tamaño de establecimiento del CIU 29 (miles de pesos)

DIVISIÓN INDUSTRIAL	GRANDE	MEDIANO	PEQUEÑO	MICRO	TOTAL
C29	\$ 5,307,835,901	\$ 690,738,367	\$ 78,671,878	\$ 302,349	\$6,077,548,495

Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

Tabla 141. Participación de la producción bruta por tamaño de establecimiento del CIU 29



Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

7.11.2 Energéticos

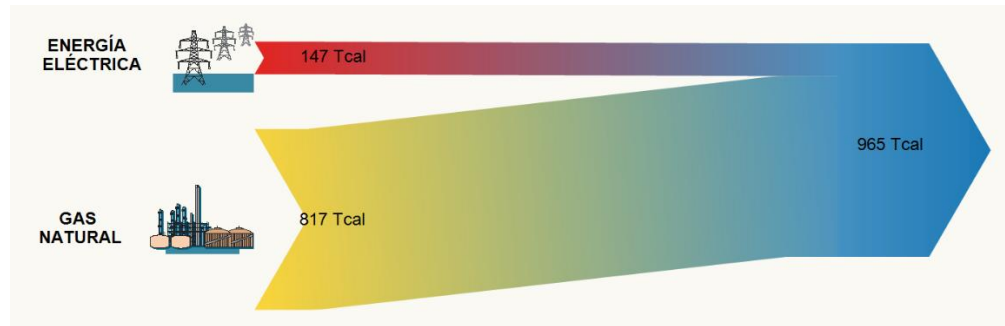
El CIU 29 consume energía eléctrica (171.420.853 kWh/año) y gas natural (49.452.436 m³/año) principalmente, lo anterior corresponde al consumo en 2013 de 964,7 Tcal, la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y figura siguiente muestra el consumo e energéticos para este año.

Tabla 142. Consumo de energéticos para el CIU 29

ENERGÉTICO	GRANDE	MEDIANA	PEQUEÑA	MICRO	TOTAL
Energía eléctrica (kWh)	134,063,513	35,022,321	2,319,056	15,964	171,420,853
Gas Natural (m ³)	45,797,744	3,125,345	529,347	-	49,452,436

Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

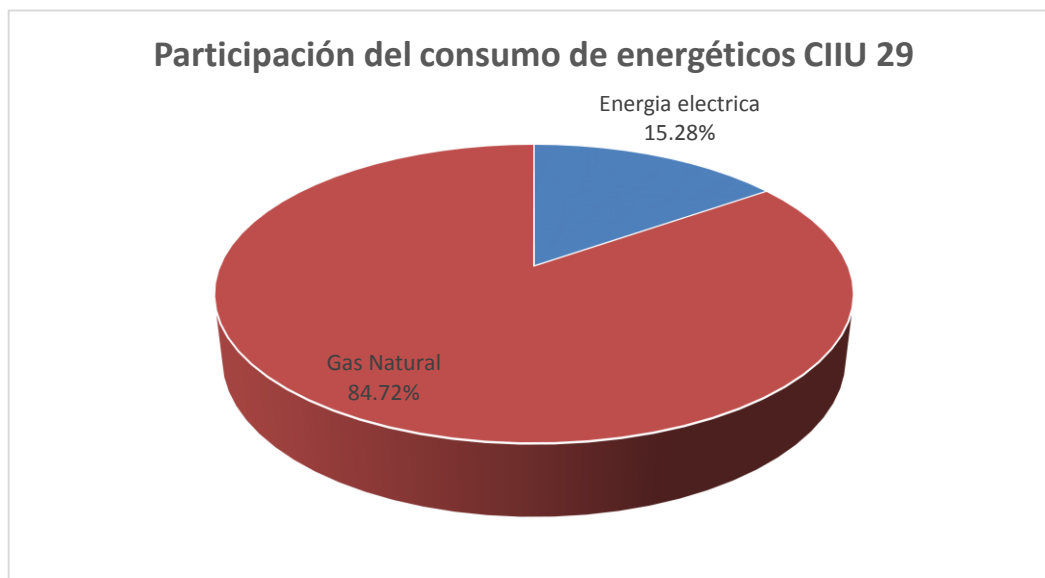
Figura 130. Diagrama de Sankey del consumo de energéticos en CIU 29



Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

De lo anterior el 84,72 % del consumo es gas natural y el restante 15,28% es energía eléctrica.

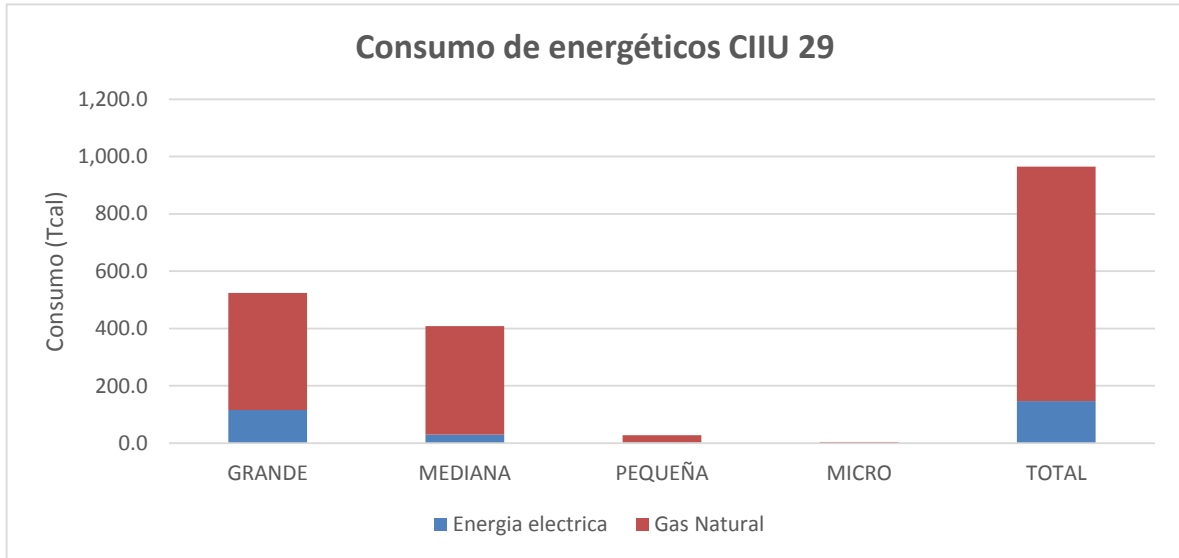
Figura 131. Participación del uso de energéticos en el CIU 29



Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

La figura siguiente muestra el consumo de energéticos por tamaño de empresa, nótese que las empresas grandes y medianas son las de mayor consumo.

Figura 132. Consumo de energéticos en el CIU 29 por tamaño de empresa



Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

7.11.3 Usos finales de la energía

Para este CIU se realizó evaluación energética en 18 establecimientos para los tamaños grande, mediano y pequeño, la tabla siguiente muestra el número de establecimientos medidos por tamaño.

Tabla 143. Tipo de establecimientos medidos para el CIU 29

Tamaño	Establecimientos
GRANDE	9
MEDIANA	5
PEQUEÑA	4
Total general	18

Fuente: 2014, CORPOEMA

A partir del análisis de las evaluaciones realizadas en las empresas ubicadas en este CIU, se puede determinar la caracterización energética por usos finales, la tabla y figura siguientes, muestran la participación del consumo final de energía por uso final para el CIU 29, en esta caracterización se incluye todos los establecimientos evaluados como uno solo por tamaño.

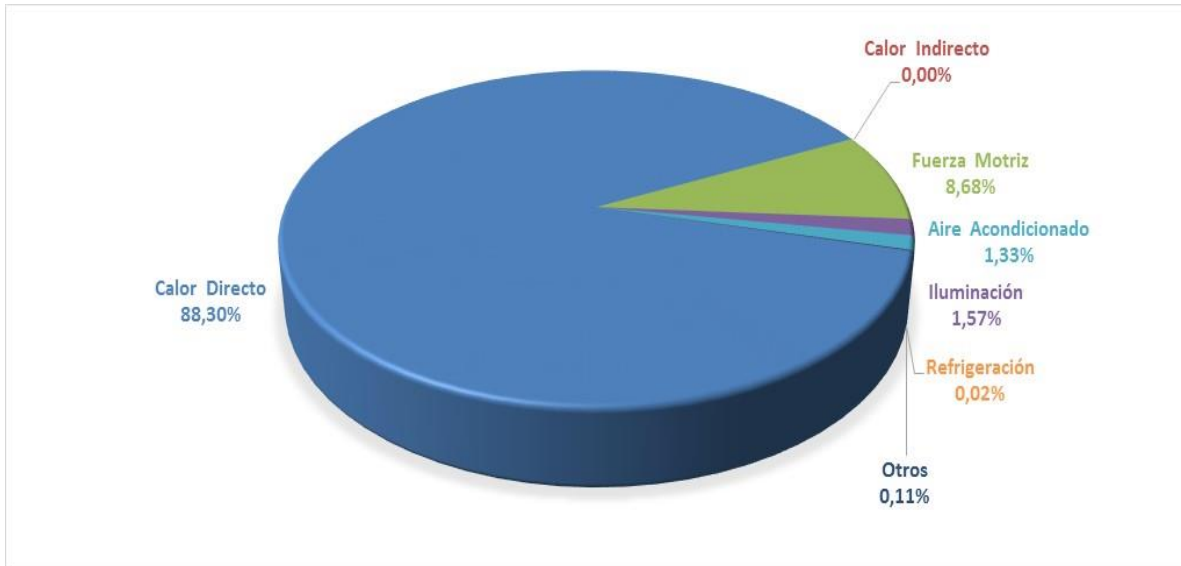
Tabla 144. Caracterización energética por usos finales – CIU 29

Uso Final	
Calor Directo	88,3%
Calor Indirecto	0,0%
Fuerza Motriz	8,7%
Iluminación	1,6%
Otros	1,3%
Aire Acondicionado	0,0%
Refrigeración	0,1%

Fuente: 2014, CORPOEMA

Cabe notar, que el uso final de mayor participación es el calor directo con el 88,3% seguido por los equipos de fuerza motriz con el 8,68%, los usos finales restantes participan con el 2,9%.

Figura 133. Participación del consumo de energía por uso final CIU 29



Fuente: 2014, CORPOEMA

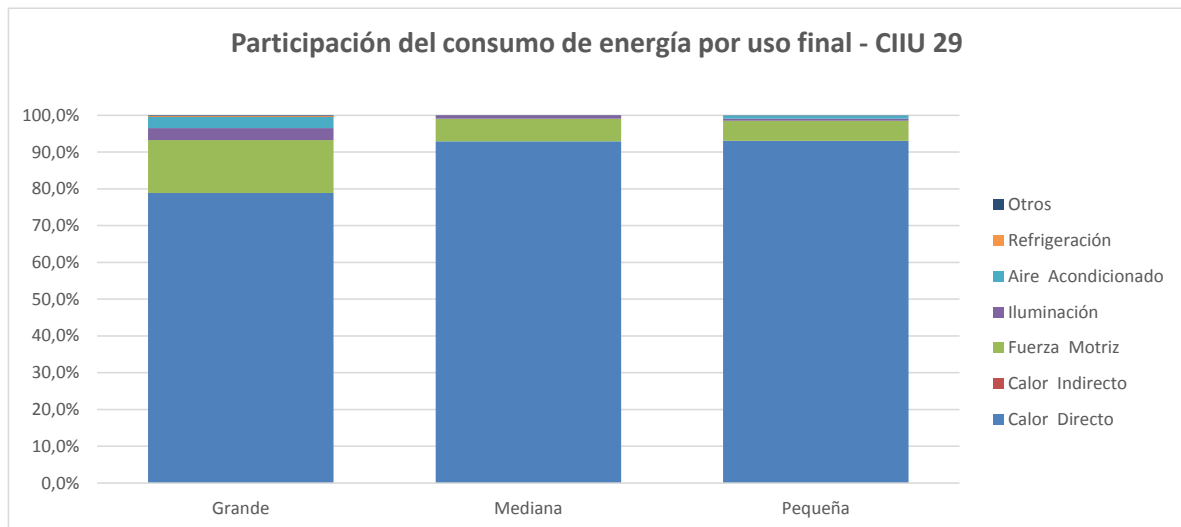
La tabla y figura siguientes muestran la participación del consumo de energía por uso final por tamaño de empresa, nótese que en los tres tamaños de empresa los usos de mayor participación son el calor directo y fuerza motriz.

Tabla 145. Caracterización energética por usos finales y tamaño de empresa – CIU 29

Uso final	Grande	Mediana	Pequeña
Calor Directo	78,9%	92,9%	93,1%
Calor Indirecto	0,0%	0,0%	0,0%
Fuerza Motriz	14,4%	6,2%	5,4%
Iluminación	3,3%	0,9%	0,6%
Aire Acondicionado	3,2%	0,0%	0,8%
Refrigeración	0,0%	0,0%	0,0%
Otros	0,2%	0,0%	0,1%

Fuente: 2014, CORPOEMA

Figura 134. Participación del consumo de energía por uso final y tamaño de empresa - CIU 29



Fuente: 2014, CORPOEMA

7.12 CIU 30

7.12.1 Establecimientos

El CIU 30 según la EAM, está conformado por 57 establecimientos, los cuales representan solo el 1,23% del total de establecimientos que componen el CIU 19 a 31, a partir del análisis del universo de la muestra se concluye que 21 establecimientos son de tamaño grande, 16 establecimientos son de tamaño mediano, 16 establecimientos son de tamaño pequeño y solo 4 establecimientos son de tamaño micro.

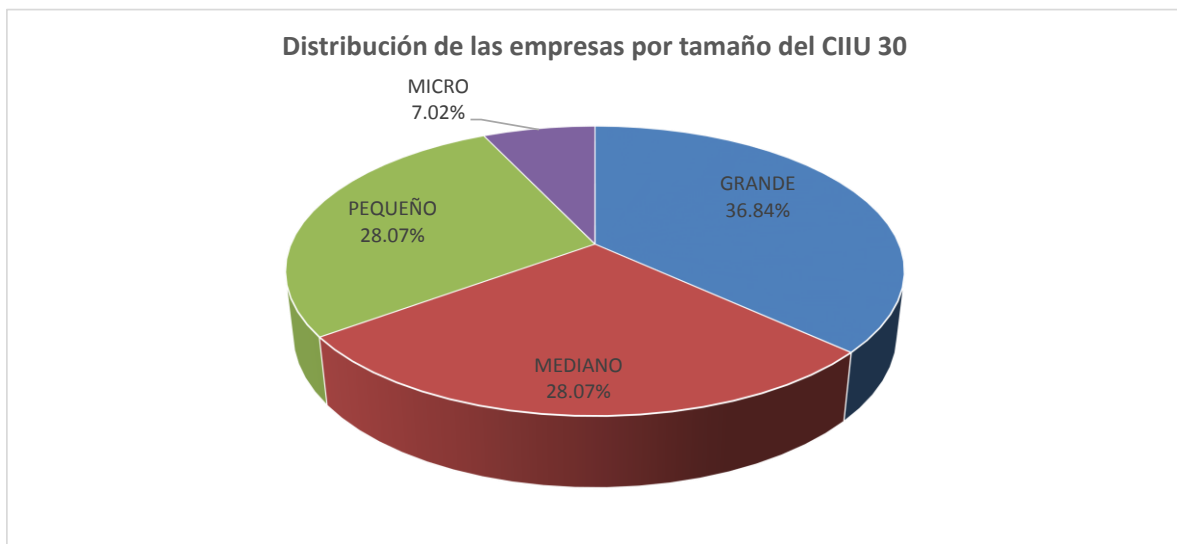
Tabla 146. Establecimientos del CIU 30

DIVISIÓN INDUSTRIAL	GRANDE	MEDIANO	PEQUEÑO	MICRO	TOTAL
C30	21	16	16	4	57

Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

La figura siguiente muestra la participación por tamaño de establecimiento, cabe notar que los establecimientos de tamaño grande son los de mayor participación en la composición de empresas de este CIU con el 36,84, seguido por los establecimientos de tamaño mediano, pequeño y micro, con una participación de 28,07% para los dos primeros y 7,02% respectivamente.

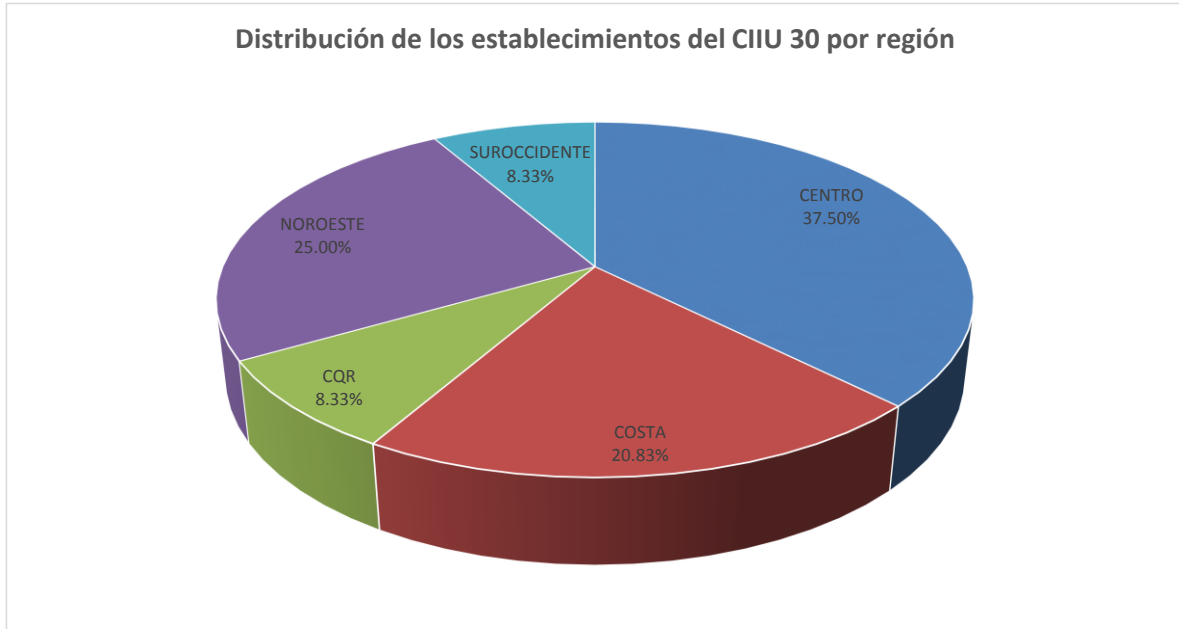
Figura 135. Participación de establecimientos del CIU 30 por tamaño



Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

En cuanto a la distribución de los establecimientos del CIU 30 por región, para este subsector los establecimientos se ubican principalmente en la región Centro con el 37,50%, seguido por la región Noroeste y Costa con el 25% y 20,83% respectivamente. La figura siguiente muestra esta distribución.

Figura 136. Distribución de los establecimientos del CIU 30 por región



Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

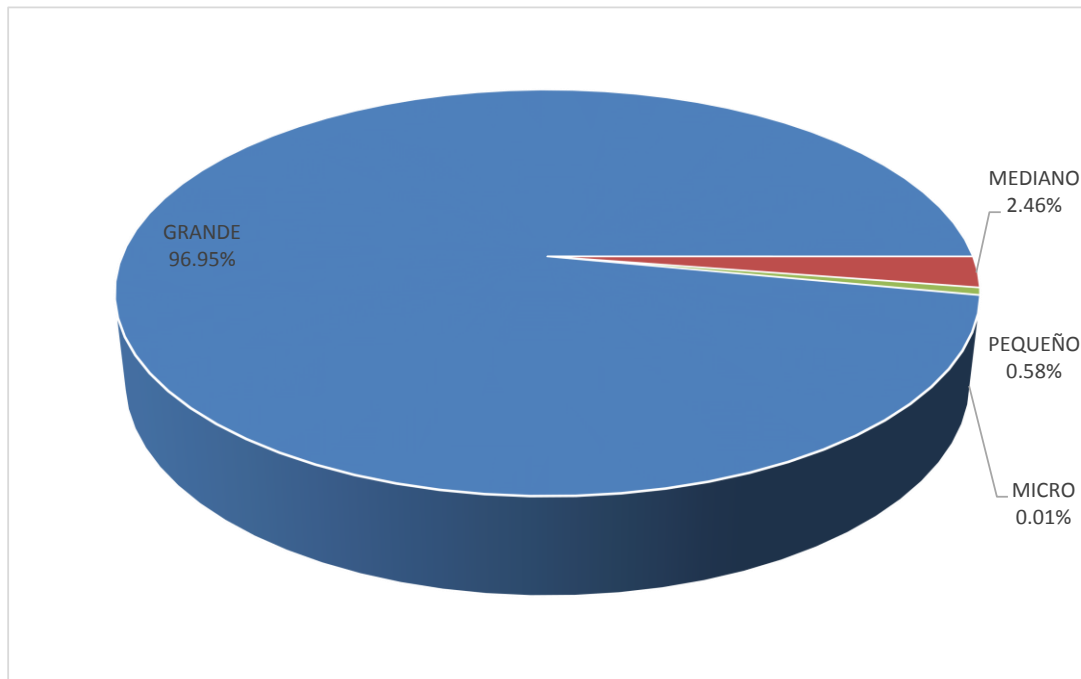
Considerando la base de datos de la EAM del DANE y el análisis a las bases de datos de Byton y Supersociedades, se tiene que la producción bruta para este subsector alcanza los \$ 2.043.080.454.000, la tabla siguiente muestra la producción bruta por tamaño de empresa, y la figura siguiente muestra esta participación.

Tabla 147. Producción bruta por tamaño de establecimiento del CIU 30 (miles de pesos)

DIVISIÓN INDUSTRIAL	GRANDE	MEDIANO	PEQUEÑO	MICRO	TOTAL
C30	\$ 1,980,675,346	\$ 50,350,075	\$ 11,827,766	\$ 227,267	\$ 2,043,080,454

Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

Tabla 148. Participación de la producción bruta por tamaño de establecimiento del CIU 30



Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

7.12.2 Energéticos

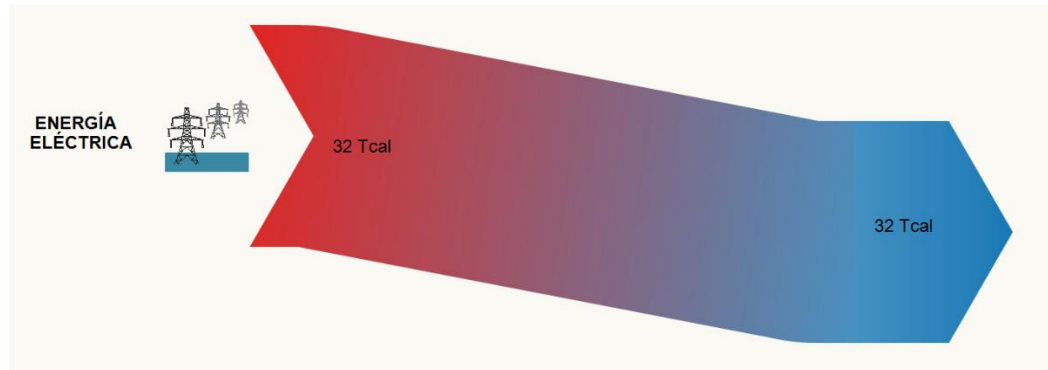
El CIU 30 consume solo energía eléctrica (37.589.300 kWh/año), lo anterior corresponde al consumo en 2013 de 32,3 Tcal, la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y figura siguiente muestra el consumo de energéticos para este año.

Tabla 149. Consumo de energéticos para el CIU 30

ENERGÉTICO	GRANDE	MEDIANA	PEQUEÑA	MICRO	TOTAL
Energía eléctrica (kWh)	27,808,240	7,251,969	2,431,548	97,542	37,589,300

Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

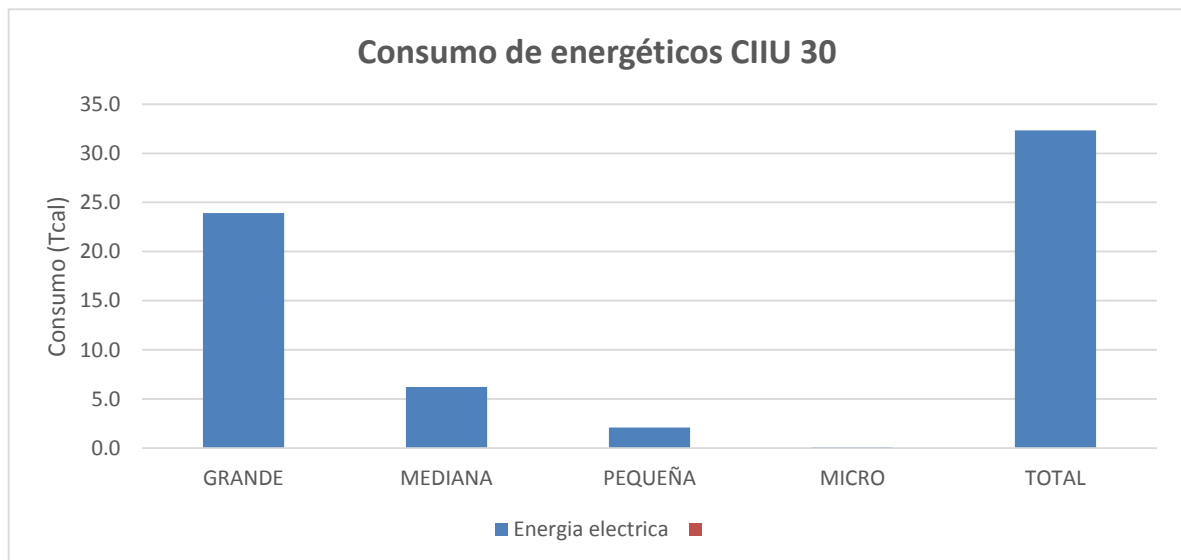
Figura 137. Diagrama de Sankey del consumo de energéticos en CIU 30



Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

La figura siguiente muestra el consumo de energéticos por tamaño de empresa, nótese que las empresas grandes y medianas son las de mayor consumo.

Figura 138. Consumo de energéticos en el CIU 30 por tamaño de empresa



Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

7.12.3 Usos finales de la energía

Para este CIU se realizó evaluación energética en 3 establecimientos para todos los tamaños, la tabla siguiente muestra el número de establecimientos medidos por tamaño.

Tabla 150. Tipo de establecimientos medidos para el CIU 30

Tamaño	Establecimientos
MEDIANA	2
PEQUEÑA	1
Total general	3

Fuente: 2014, CORPOEMA

A partir del análisis de las evaluaciones realizadas en las empresas ubicadas en este CIU, se puede determinar la caracterización energética por usos finales, la tabla y figura siguientes, muestran la participación del consumo final de energía por uso final para el CIU 30, en esta caracterización se incluye las empresas de tamaño mediano y pequeño tal como se definió en la muestra.

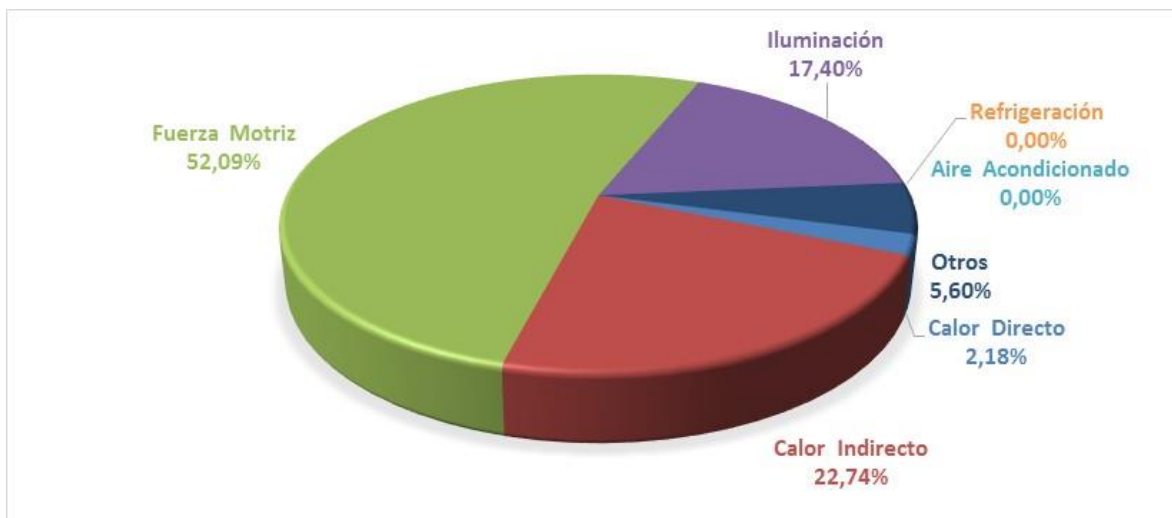
Tabla 151. Caracterización energética por usos finales – CIU 30

Uso Final	
Calor Directo	2,2%
Calor Indirecto	22,7%
Fuerza Motriz	52,1%
Iluminación	17,4%
Otros	0,0%
Aire Acondicionado	0,0%
Refrigeración	5,6%

Fuente: 2014, CORPOEMA

Cabe notar, que el uso final de mayor participación son los equipos de fuerza motriz con 52,1% seguido por los equipos de calor indirecto con el 22,7%. La figura siguiente ilustra esta participación.

Figura 139. Participación del consumo de energía por uso final CIU 30



Fuente: 2014, CORPOEMA

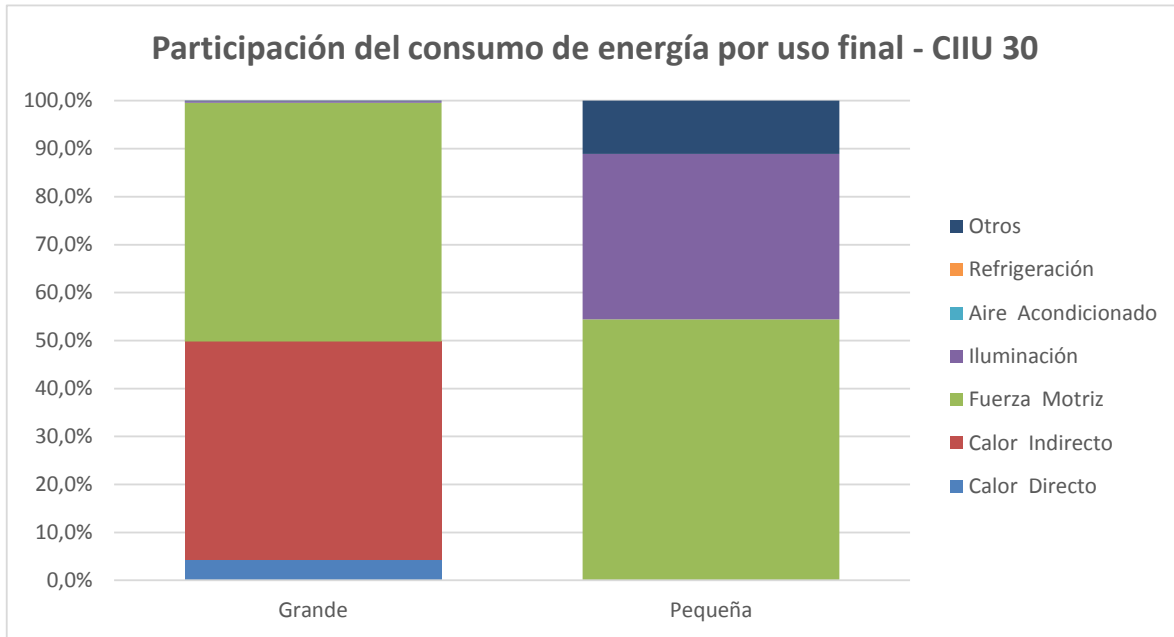
La tabla y figura siguientes muestran la participación del consumo de energía por uso final por tamaño de empresa, nótese que en los dos tamaños de empresa los usos de mayor participación son el calor indirecto, fuerza motriz e iluminación.

Tabla 152. Caracterización energética por usos finales y tamaño de empresa – CIU 30

Uso final	Grande	Pequeña
Calor Directo	4,4%	0,0%
Calor Indirecto	45,5%	0,0%
Fuerza Motriz	49,8%	54,4%
Iluminación	0,3%	34,5%
Aire Acondicionado	0,0%	0,0%
Refrigeración	0,0%	0,0%
Otros	0,1%	11,1%

Fuente: 2014, CORPOEMA

Figura 140. Participación del consumo de energía por uso final y tamaño de empresa - CIU 30



Fuente: 2014, CORPOEMA

7.13 CIU 31

7.13.1 Establecimientos

El CIU 31 según la EAM, está conformado por 493 establecimientos, los cuales representan el 10.64% del total de establecimientos que componen el CIU 19 a 31, a partir del análisis del universo de la muestra se concluye que 64 establecimientos son de tamaño grande, 214 establecimientos son de tamaño mediano, 207 establecimientos son de tamaño pequeño y solo 8 establecimientos son de tamaño micro.

Tabla 153. Establecimientos del CIU 31

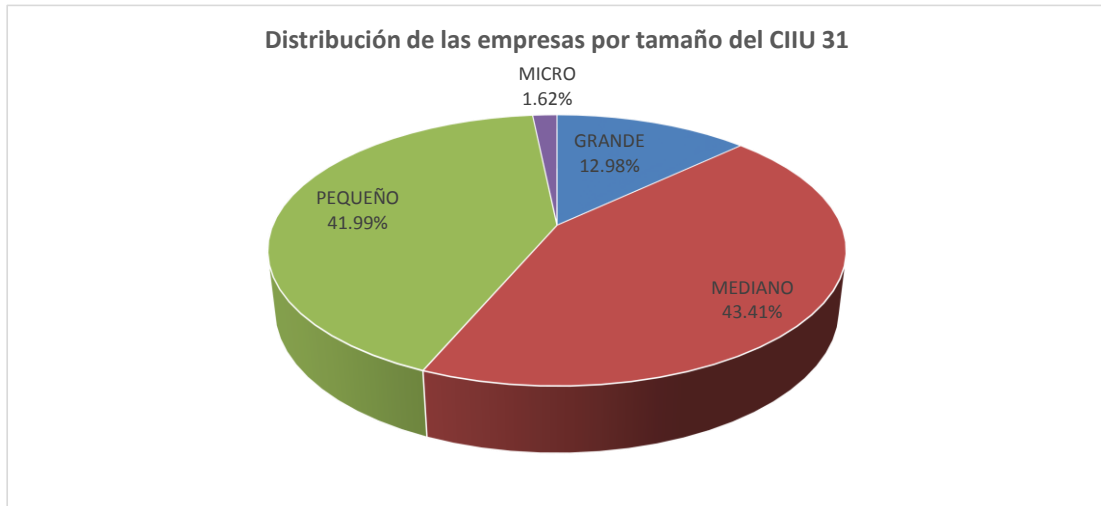
DIVISIÓN INDUSTRIAL	GRANDE	MEDIANO	PEQUEÑO	MICRO	TOTAL
C31	64	214	207	8	493

Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

La figura siguiente muestra la participación por tamaño de establecimiento, cabe notar que los establecimientos de tamaño mediano y pequeño son los de mayor participación en la composición de empresas de este CIU con el 43.41% y 41.99%, seguido por los

establecimientos de tamaño pequeño, grande y micro, con una participación de 26.53%, 25.51% y 1.53% respectivamente.

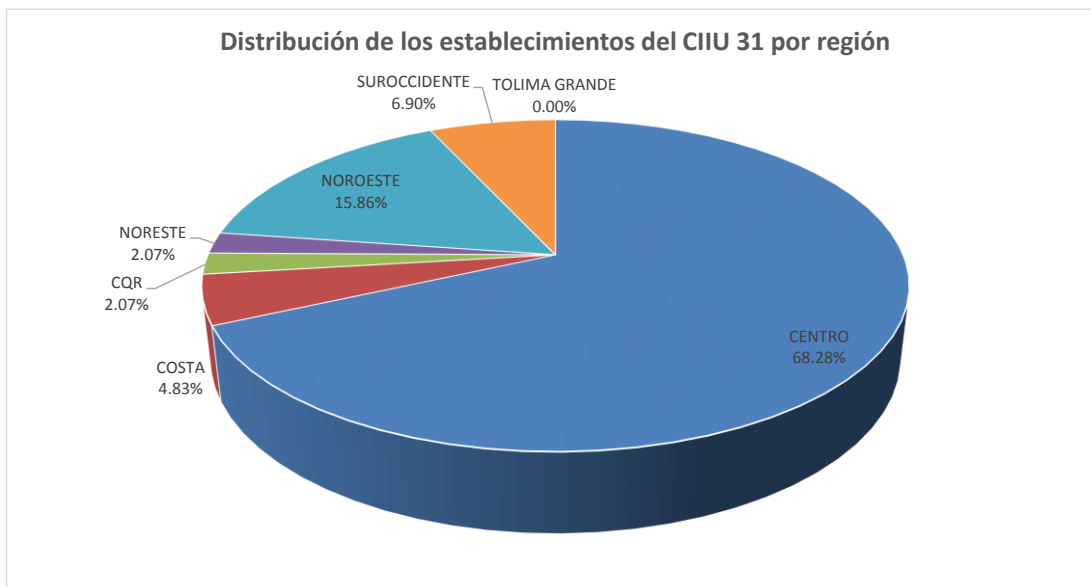
Figura 141. Participación de establecimientos del CIU 31 por tamaño



Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

En cuanto a la distribución de los establecimientos del CIU 31 por región, para este subsector los establecimientos se ubican principalmente en la región Centro con el 68.28%, seguido por la región Noroeste y Suroccidente con el 15.86% y 6.90% respectivamente. La figura siguiente muestra esta distribución.

Figura 142. Distribución de los establecimientos del CIU 31 por región



Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

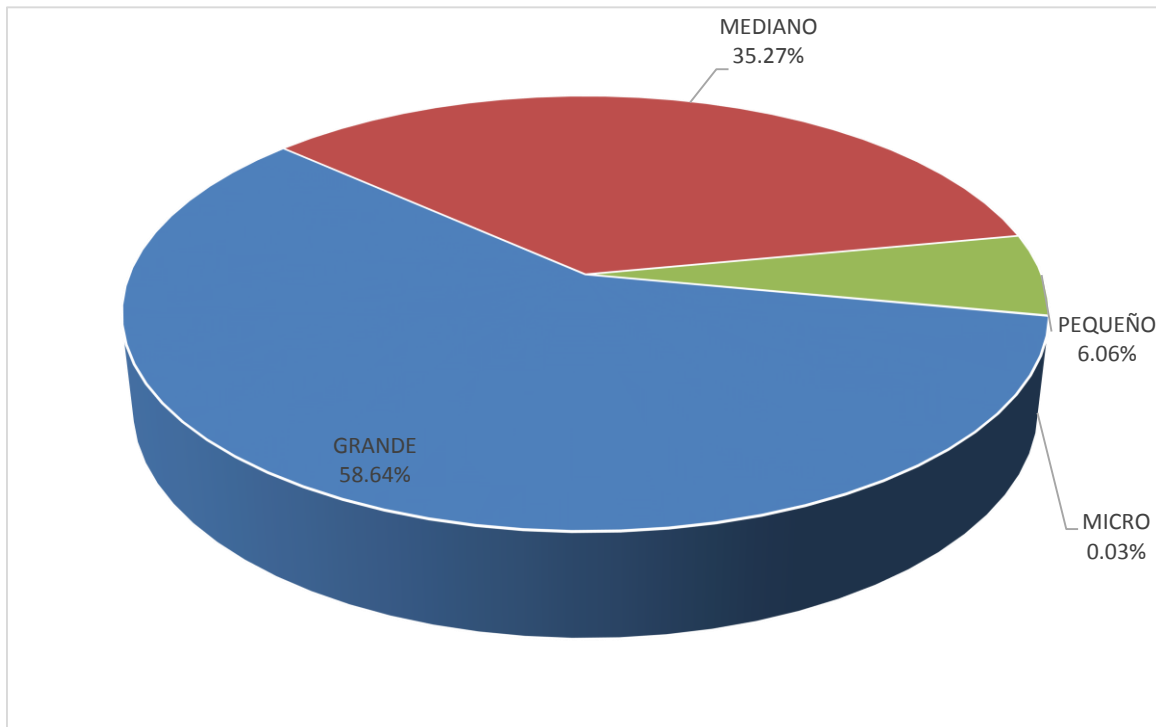
Considerando la base de datos de la EAM del DANE y el análisis a las bases de datos de Byton y Supersociedades, se tiene que la producción bruta para este subsector alcanza los \$ 2.294.484.920.000 la tabla siguiente muestra la producción bruta por tamaño de empresa, y la figura siguiente muestra esta participación.

Tabla 154. Producción bruta por tamaño de establecimiento del CIU 31 (miles de pesos)

DIVISIÓN INDUSTRIAL	GRANDE	MEDIANO	PEQUEÑO	MICRO	TOTAL
C31	\$ 1,345,452,851	\$ 809,279,731	\$ 139,039,524	\$ 712,814	\$ 2,294,484,920

Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

Tabla 155. Participación de la producción bruta por tamaño de establecimiento del CIU 31



Fuente: 2014, EAM, Byton y Supersociedades

7.13.2 Energéticos

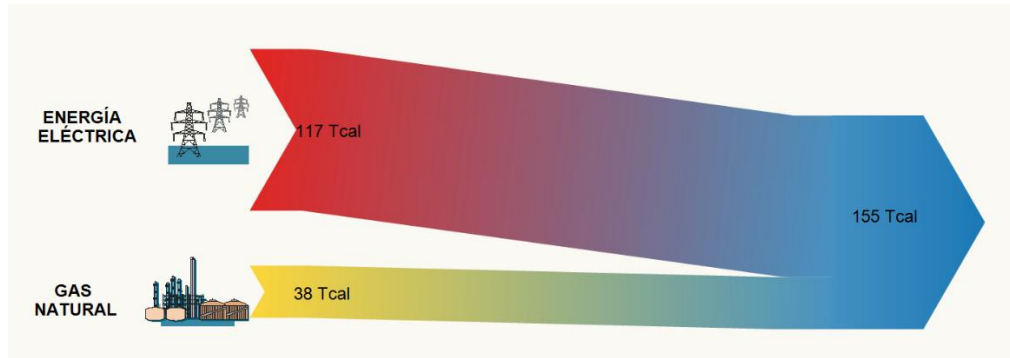
El CIU 31 consume energía eléctrica (135.734.551 kWh/año) y gas natural (2.283.289 m³/año) principalmente, lo anterior corresponde al consumo en 2013 de 154,5 Tcal, la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y figura siguiente muestra el consumo e energéticos para este año.

Tabla 156. Consumo de energéticos para el CIU 31

ENERGÉTICO	GRANDE	MEDIANA	PEQUEÑA	MICRO	TOTAL
Energía eléctrica (kWh)	39,728,842	77,176,330	18,787,451	41,928	135,734,551
Gas Natural (m3)	1,753,484	230,653	299,153	-	2,283,289

Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

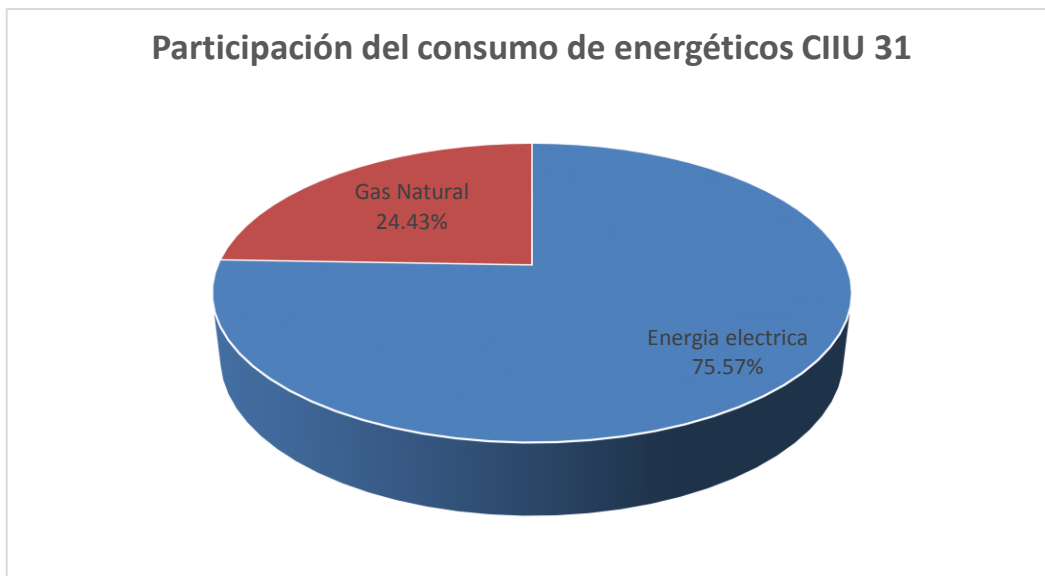
Figura 143. Diagrama de Sankey del consumo de energéticos en CIU 31



Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

De lo anterior el 75,57 % del consumo es energía eléctrica y el restante 24,43% es gas natural.

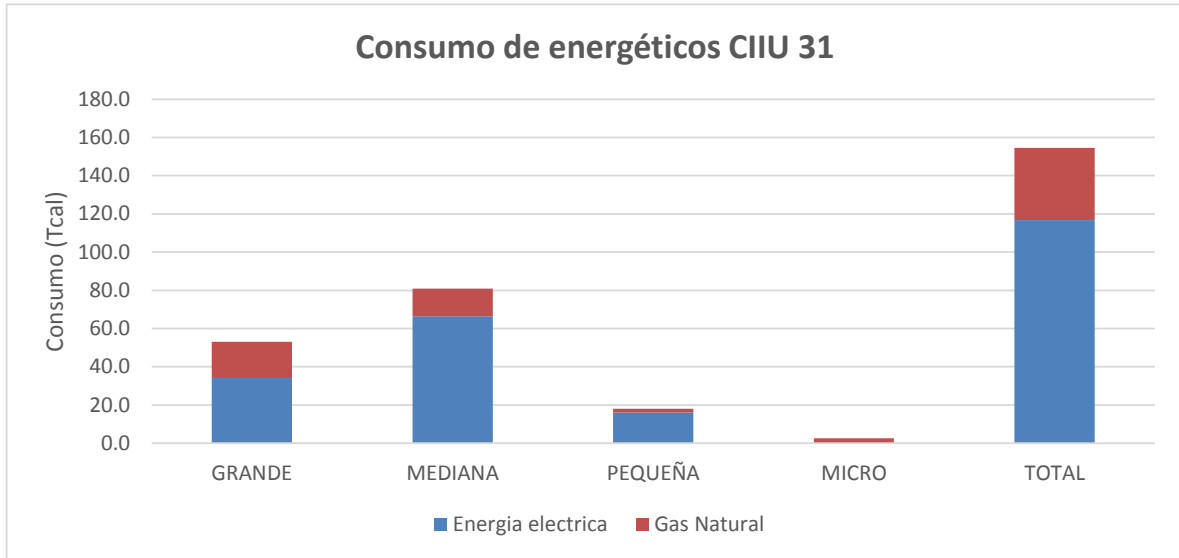
Figura 144. Participación del uso de energéticos en el CIU 31



Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

La figura siguiente muestra el consumo de energéticos por tamaño de empresa, nótese que las empresas grandes y medianas son las de mayor consumo.

Figura 145. Consumo de energéticos en el CIU 31 por tamaño de empresa



Fuente: 2014. Desarrollo del estudio

7.13.3 Usos finales de la energía

Para este CIU se realizó evaluación energética en 13 establecimientos para los tamaños grande, mediano, pequeño y micro, la tabla siguiente muestra el número de establecimientos medidos por tamaño.

Tabla 157. Tipo de establecimientos medidos para el CIU 31

Tamaño	Establecimientos
GRANDE	4
MEDIANA	3
PEQUEÑA	3
MICRO	3
Total general	13

Fuente: 2014, CORPOEMA

A partir del análisis de las evaluaciones realizadas en las empresas ubicadas en este CIU, se puede determinar la caracterización energética por usos finales, la tabla y figura siguientes, muestran la participación del consumo final de energía por uso final para el CIU 31, en esta caracterización se incluye todos los establecimientos evaluados como uno solo por tamaño.

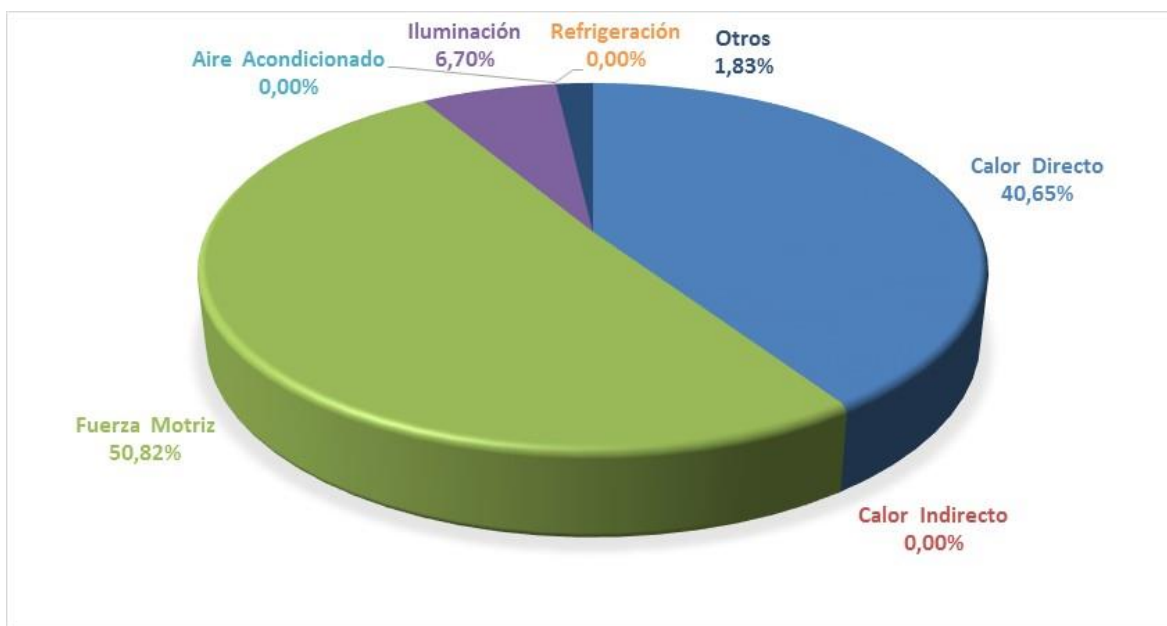
Tabla 158. Caracterización energética por usos finales – CIU 31

Uso Final	
Calor Directo	40,7%
Calor Indirecto	0,0%
Fuerza Motriz	50,8%
Iluminación	6,7%
Otros	0,0%
Aire Acondicionado	0,0%
Refrigeración	1,8%

Fuente: 2014, CORPOEMA

Cabe notar, que el uso final de mayor participación es fuerza motriz con el 50,82% seguido por los equipos de iluminación y calor directo con el 6,70% y 40,65% respectivamente.

Figura 146. Participación del consumo de energía por uso final CIU 31



Fuente: 2014, CORPOEMA

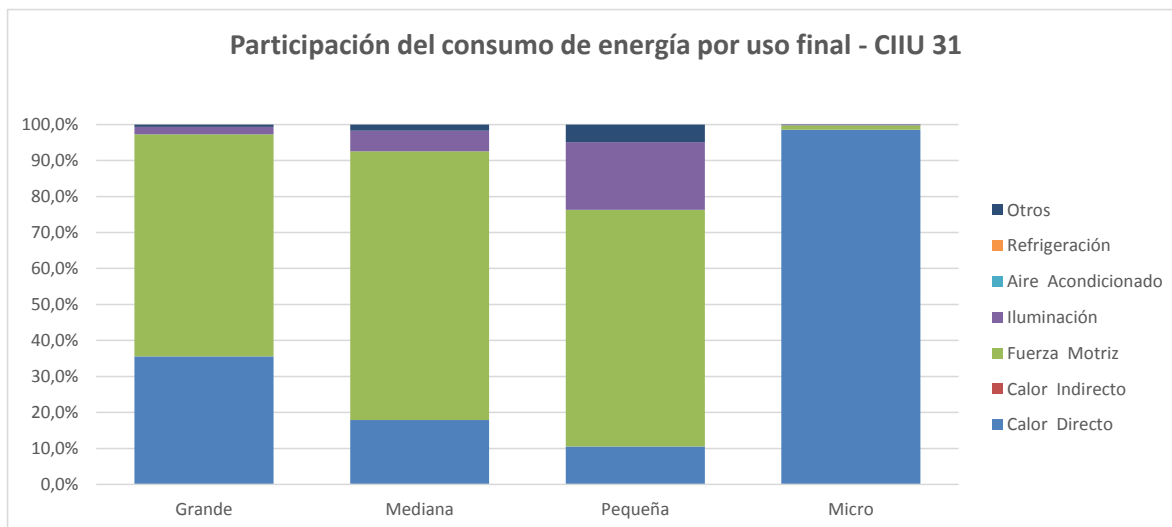
La tabla y figura siguientes muestran la participación del consumo de energía por uso final por tamaño de empresa, nótese que en los cuatro tamaños de empresa los usos de mayor participación son la fuerza motriz y el calor directo, no obstante que en empresas pequeñas y micro es importante el consumo por iluminación.

Tabla 159. Caracterización energética por usos finales y tamaño de empresa – CIU 31

Uso final	Grande	Mediana	Pequeña	Micro
Calor Directo	35,6%	17,9%	10,6%	98,6%
Calor Indirecto	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Fuerza Motriz	61,7%	74,7%	65,7%	1,2%
Iluminación	2,0%	5,7%	18,8%	0,2%
Aire Acondicionado	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Refrigeración	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Otros	0,7%	1,7%	4,9%	0,0%

Fuente: 2014, CORPOEMA

Figura 147. Participación del consumo de energía por uso final y tamaño de empresa - CIU 31



Fuente: 2014, CORPOEMA

8. ANÁLISIS DE LOS PRINCIPALES EQUIPOS DE USO FINAL

8.1 MOTORES

Como resultado del análisis de la información recopilada en las visitas técnicas a la industria en los CIU del 19 al 31 se pueden extraer los siguientes resultados.

Cantidad de motores por potencia

Sobre un total de 9.172 motores encontrados en la muestra, la distribución por tamaños (en potencia) y por cada CIU se muestra en la figura siguiente, en donde se puede observar que la mayor cantidad de motores se encontró en el CIU 23 que corresponde a la fabricación de otros productos minerales no metálicos (vidrios, refractarios, cerámicas, arcillas y materiales de construcción, cementos etc.), en número la gran cantidad de motores corresponde a motores pequeños menores a 5 kW. Estos motores, a pesar de que se rebobinan un par de veces, se renuevan antes de los 10 años (asumiendo mas de 5000 horas de uso al año), los motores de 1 kW o menos se renuevan con mas frecuencia y en este rango se encontraron los motores mas eficientes y de mayor precisión en las bandas transportadoras de procesos automatizados, tales como las correspondientes al esmaltado y decorado de los baldosines y cerámicas.

Figura 148. Cantidad de motores por CIU y potencia

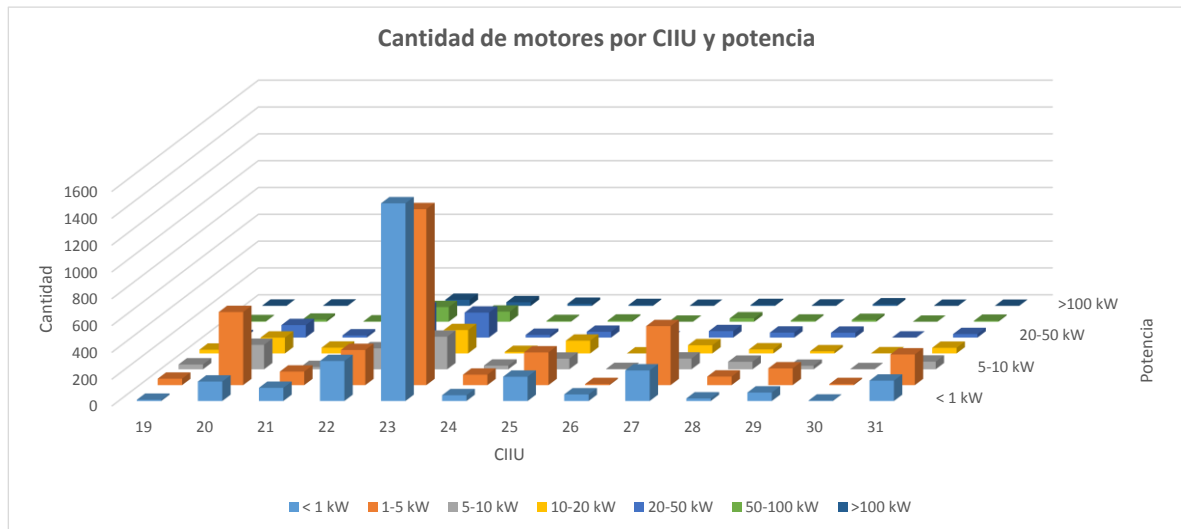


Tabla 160. Número de motores por CIU

Potencia / CIU	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Total
< 1 kW	9	145	98	298	1474	43	181	49	228	19	63	3	152	2762
1-5 kW	48	545	101	262	1312	78	244	8	440	64	125	8	229	3464
5-10 kW	36	182	17	156	243	27	79	2	80	56	26	1	57	962
10-20 kW	28	118	43	246	174	11	95	0	61	30	16	1	42	865
20-50 kW	11	93	16	217	186	20	43	0	48	37	36	0	26	733
50-100 kW	4	15	2	109	75	5	8	0	25	8	13	0	7	271
>100 kW	1	2	0	45	27	15	6	0	6	2	11	0	0	115
	137	1100	277	1333	3491	199	656	59	888	216	290	13	513	9172

En el CIU 22 correspondiente a la fabricación de productos de caucho y plástico también se encontró un gran número de motores, estos corresponden a máquinas inyectoras, las cuales no se renuevan antes de 20 años y a bandas transportadoras que cumplen el requisito anteriormente mencionado.

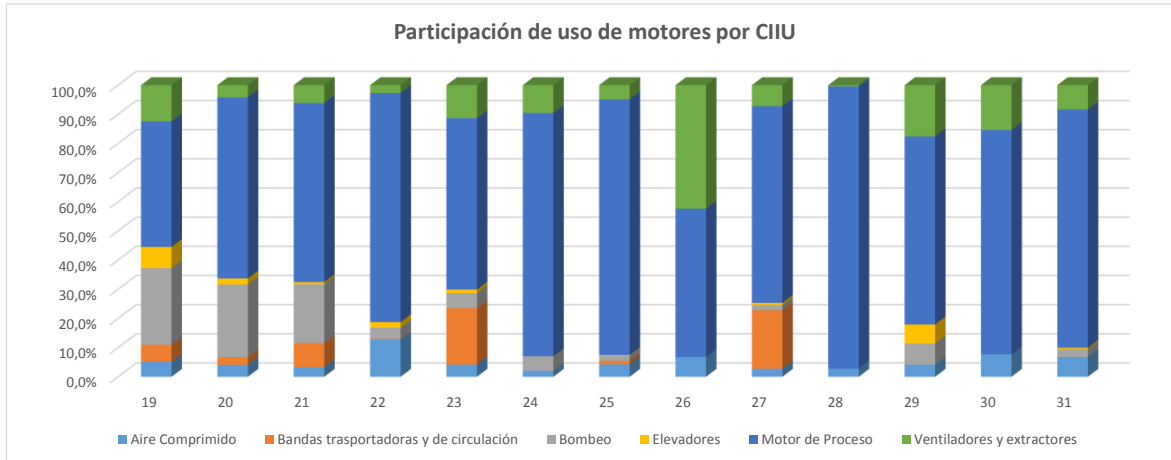
Uso

En cuanto al uso de los motores la figura 149 ilustra los principales en cada CIU, en los tres primeros CIU; 19, 20 y 21, la mitad o más están dedicados a los procesos (con motores que trabajan más de 5000 horas/año y con edades entre 10 y 15 años), una cuarta parte de los motores en estos CIU están dedicados al bombeo (estos motores con tamaños entre 5 y 20 kW, tienen edades entre 5 y 15 años, es preciso decir que en estos motores existe un gran potencial para introducir variadores de velocidad con ahorros cercanos al 35%). En los demás CIU priman los motores de proceso que son de tamaños mayores a 20 kW y con edades mayores a 15 años.

Tabla 161. Participación por uso y CIU

Uso/CIU	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Total
Aire Comprimido	5,1%	4,1%	3,2%	12,8%	4,2%	2,0%	4,3%	6,8%	2,7%	2,8%	4,1%	7,7%	6,8%	5,4%
Bandas transportadoras y de circulación	5,8%	2,6%	8,3%	0,2%	19,4%	0,0%	1,2%	0,0%	20,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	10,1%
Bombeo	26,3%	24,9%	20,2%	3,8%	5,1%	5,0%	1,8%	0,0%	1,7%	0,0%	7,2%	0,0%	2,5%	7,3%
Elevadores	7,3%	2,1%	0,7%	2,0%	1,3%	0,0%	0,2%	0,0%	0,8%	0,0%	6,6%	0,0%	0,6%	1,5%
Motor de Proceso	43,1%	62,1%	61,4%	78,5%	58,7%	83,4%	87,7%	50,8%	67,5%	96,8%	64,5%	76,9%	81,7%	67,6%
Ventiladores y extractores	12,4%	4,2%	6,1%	2,7%	11,3%	9,5%	4,9%	42,4%	7,2%	0,5%	17,6%	15,4%	8,4%	8,2%
	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Figura 149. Participación en el uso de m los motores por CIU



En cuanto al consumo de energía, las figura 150 y figura 151 ilustran el consumo de energía de los motores encontrados en la muestra por tamaño y por CIU. El gran consumo de energía está en los CIU 22 (fabricación de productos de caucho y plástico), 23 (vidrios, refractarios, cerámicas, arcillas y materiales de construcción, cementos etc) y 24 (fabricación de productos metalúrgicos básicos) y en tamaños de motor superior a 20kW, los cuales a pesar de ser menor en número, son de gran tamaño y operan más de 5000 horas/año. En cerámica y cementos los atomizadores, los molinos y las extrusoras poseen motores de tamaño superior a 200 kW, en metalurgia los motores son utilizados en trefiladoras y laminado con potencias superiores a 100 kW y todos estos casos, los motores tienen en promedio edades superiores a 20 años. Es de observar que aquí existe un gran potencial de ahorro con la introducción de variadores de velocidad con ahorros importantes (del orden del 35%).

Figura 150. Consumo de energía por uso de motores por CIU y potencia

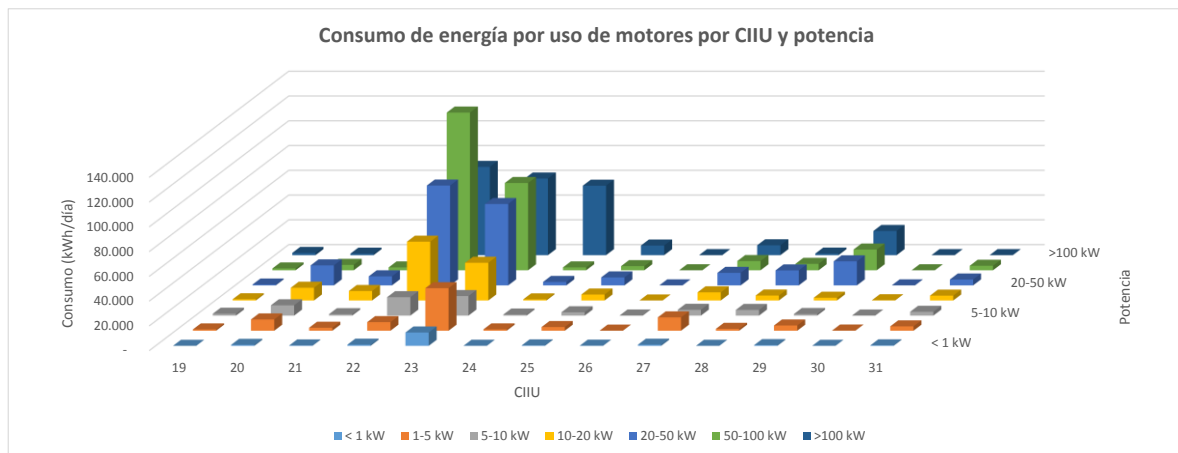
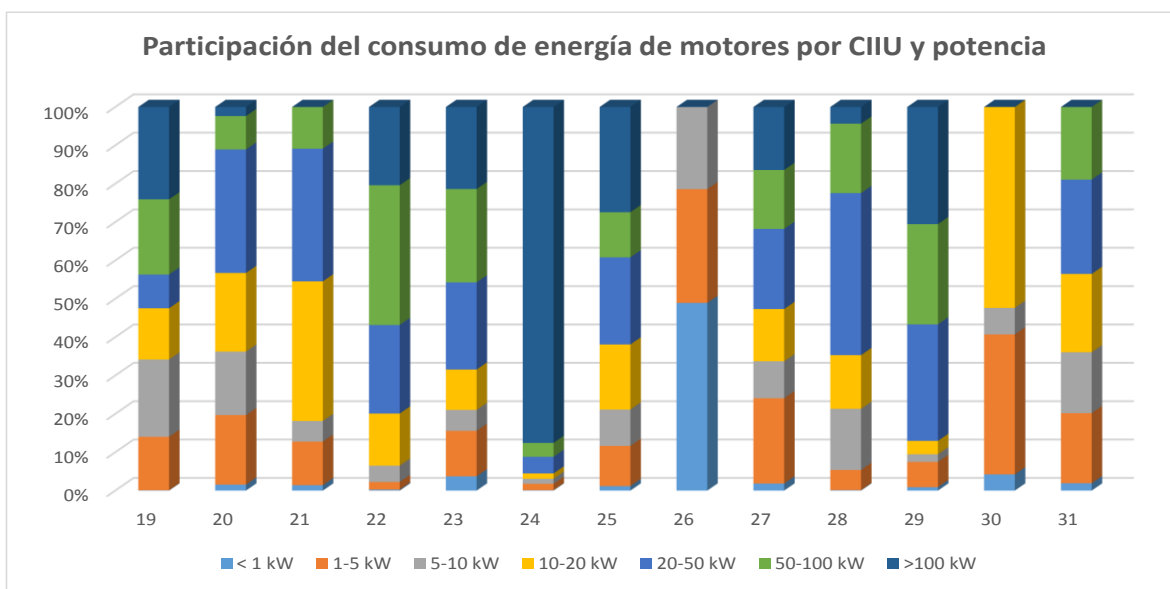


Figura 151. Participación en el consumo de energía de los motores por CIU y por tamaño



8.2 CALOR DIRECTO Y CALOR INDIRECTO

En cuanto a los equipos de uso térmico, podemos analizarlos separados en calor directo y calor indirecto.

8.2.1 Calor Directo

La figura 153 y la tabla 162 relacionan la cantidad de equipos en calor directo encontrados en la muestra, por usos y por CIU. Los principales usos encontrados son:

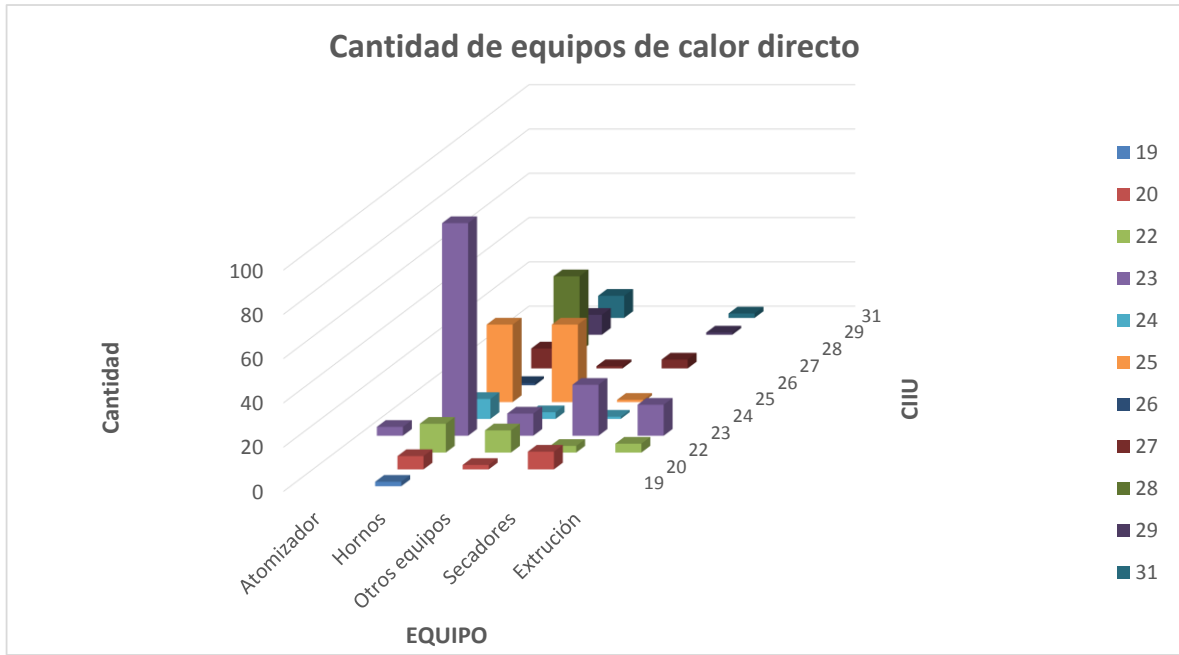
Atomizadores en el CIU 23 en la fabricación de tabletas y cerámica, hornos en el CIU 23 en las industrias del vidrio, ladrillo, cerámica y cemento, hornos en las otras industrias del CIU 22 (fabricación de cauchos y plásticos), y en la industria siderúrgica en laminado y trefilado en caliente. También se encontraron hornos secadores en los CIU 20 al 25. Otros usos de calor directo se encontraron en los CIU del 20 al 25 para distintos procesos, desde el calentamiento de la materia prima para extrusión en caucho y plásticos, soplado de vidrio, pet y plástico, pintura electrostática y otros.

Tabla 162. Cantidad de equipos de calor directo por usos y por CIU

Equipo	19	20	22	23	24	25	26	27	28	29	31	Total
Atomizador				4								4
Hornos	2	6	13	96	9	35	1	9	34	9	10	224
Otros equipos		2	10	10	3	35		1				61
Secadores		8	3	23	1	1		4		1	2	43

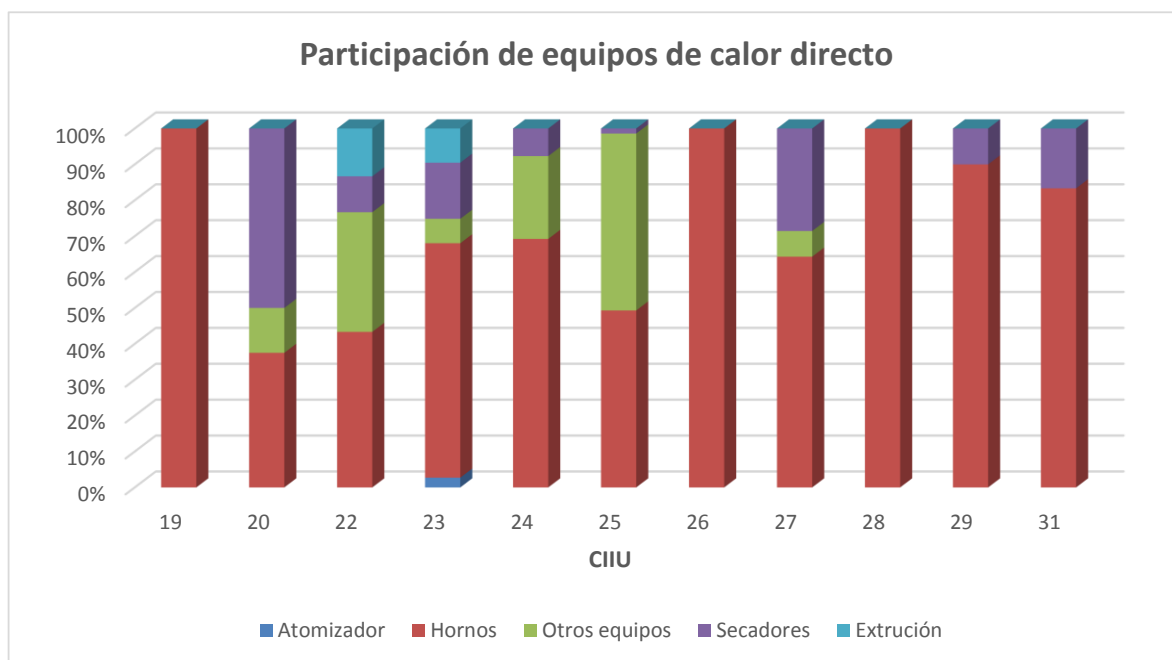
Extrución			4	14								18
Total general	2	16	30	147	13	71	1	14	34	10	12	350

Figura 152. Cantidad de equipos de calor directo por usos y por CIU



La figura 153 ilustra la participación de los equipos por usos y CIU en calor directo, se observa que son los hornos de diferentes tipos el uso más común en calor directo.

Figura 153. Participación de equipos de calor directo



En cuanto al consumo de energía, son los hornos de coquización en el CIU 19, y los hornos de todo tipo (Ladrilleros, cementos, cerámica) en el CIU 23 y los hornos para laminado en el CIU 24 los principales consumidores de energía según lo ilustra la tabla 63 y la figura 154, los secadores en el sector de cerámica y ladrilleros son los otros usos que le siguen en intensidad de consumo.

Tabla 163. Consumo de energía en calor directo por uso y por CIU en kcal/mes

Consumo de energía en millones de Kcal/mes												
Uso/CIU	19	20	22	23	24	25	26	27	28	29	31	Total
Atomizador	0	0	0	13653	0	0	0	0	0	0	0	13653
Hornos	8010	333	449	62516	462	20984	7	182	982	549	190	94664
Otros equipos	0	88	343	2090	9	1971	0	1	0	0	0	4503
Secadores	0	153	50	24117	289	0	0	81	0	8	9	24707
Extrusión	0	0	97	154	0	0	0	0	0	0	0	251
Total general	8010	574	938	102531	761	22955	7	264	982	557	199	137778

Figura 154. Consumo de energía en equipos de calor directo por CIU y por uso

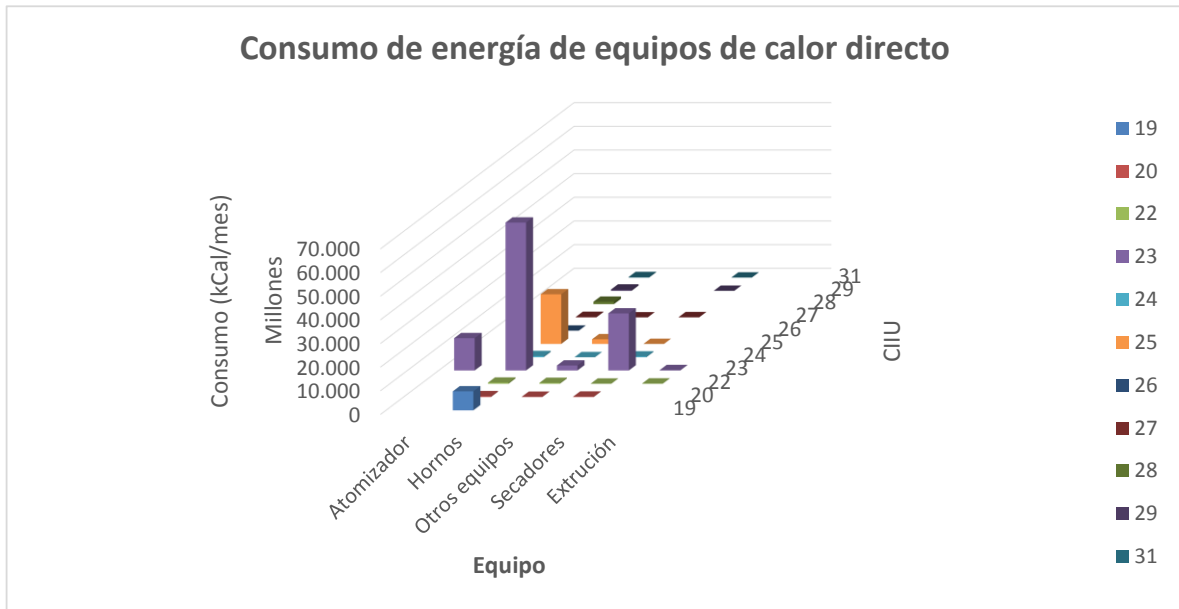
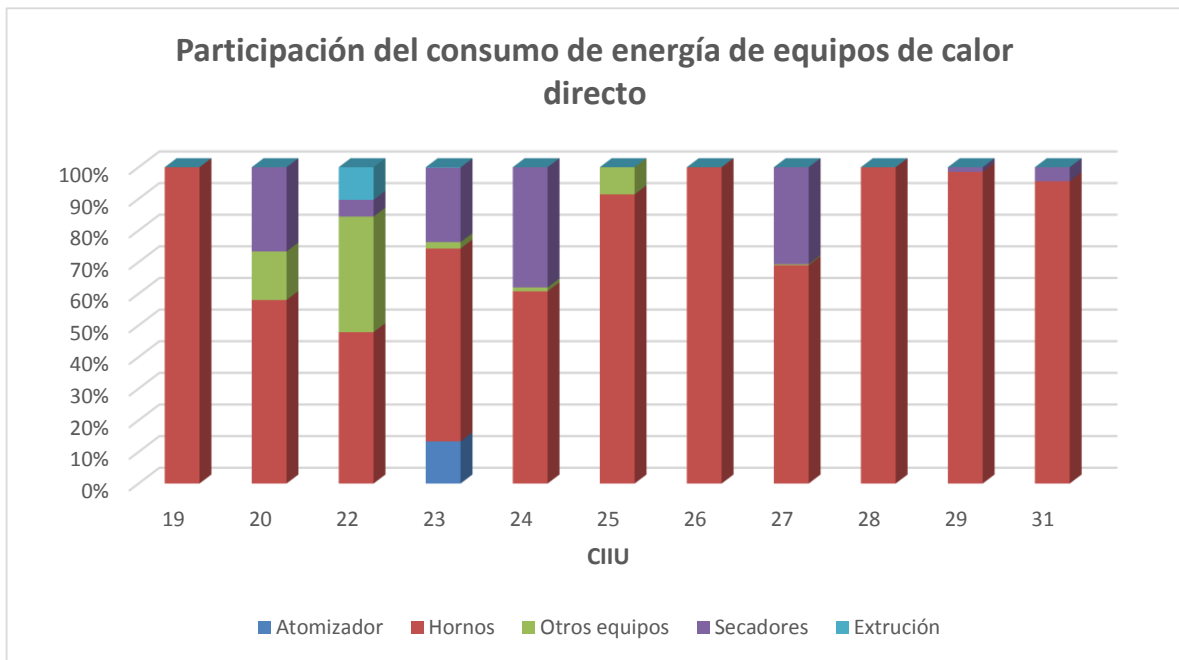


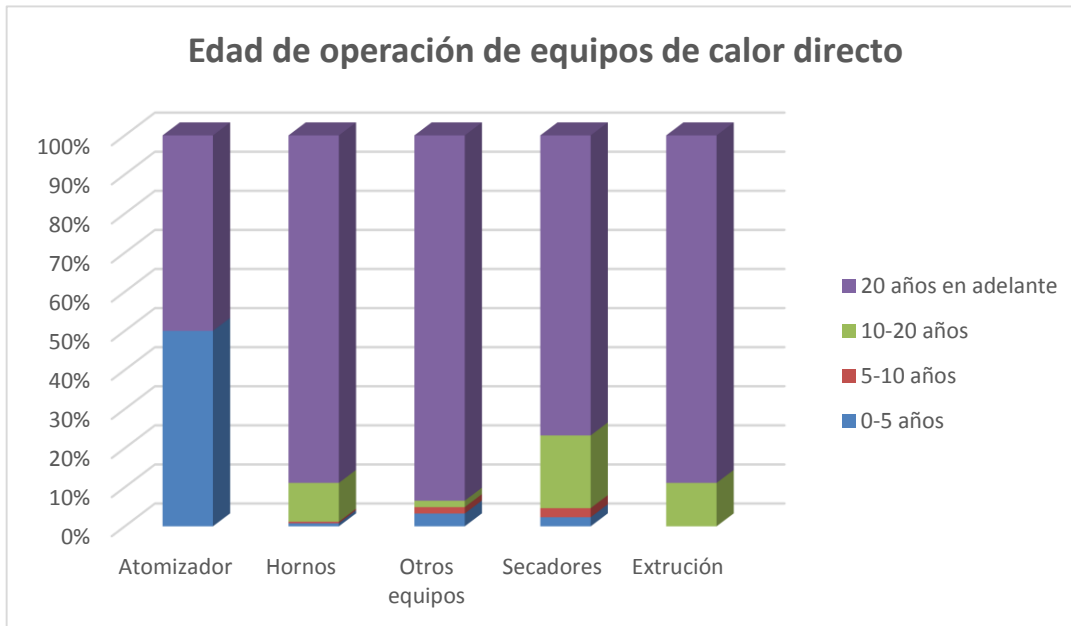
Figura 155. Participación en el consumo de energía de los equipos de calor directo por CIU



La figura 155 muestra que los equipos de calor directo que más consumen energía en el sector industrial son los hornos, como ya se había mencionado.

En cuanto a la obsolescencia de las tecnologías, la figura 156 relaciona las edades promedio de los equipos encontrados en la muestra, la mayor parte de los equipos tienen más de 20 años, los atomizadores en la industria cerámica son los equipos más modernos con 5 años de antigüedad, mientras que los hornos tienen en general más de 20 años, y las extrusoras en la industria cerámica también son muy antiguos.

Figura 156. Edad promedio de los equipos de calor directo



8.2.2 Calor indirecto

La figura 157 relaciona la cantidad de equipos en calor indirecto encontrados en la muestra, por usos y por CIU. Los principales usos encontrados son:

Las calderas, especialmente en los CIU 20 (fabricación de productos químicos), 21 (fabricación de productos farmacéuticos), 22, 23, 25 (fabricación de productos elaborados de metal) y 31 (fabricación de muebles, colchones y somieres) estas calderas son de las tres tecnologías acuatubulares, piro tubulares y mixtas. También se registran otros equipos con calor indirecto, especialmente en el CIU 22 que calientan aire o agua para distintos procesos entre ellos las impresoras en plásticos y aire caliente en la producción de láminas de plástico.

Figura 157. Cantidad de equipos en calor indirecto por uso y por CIU

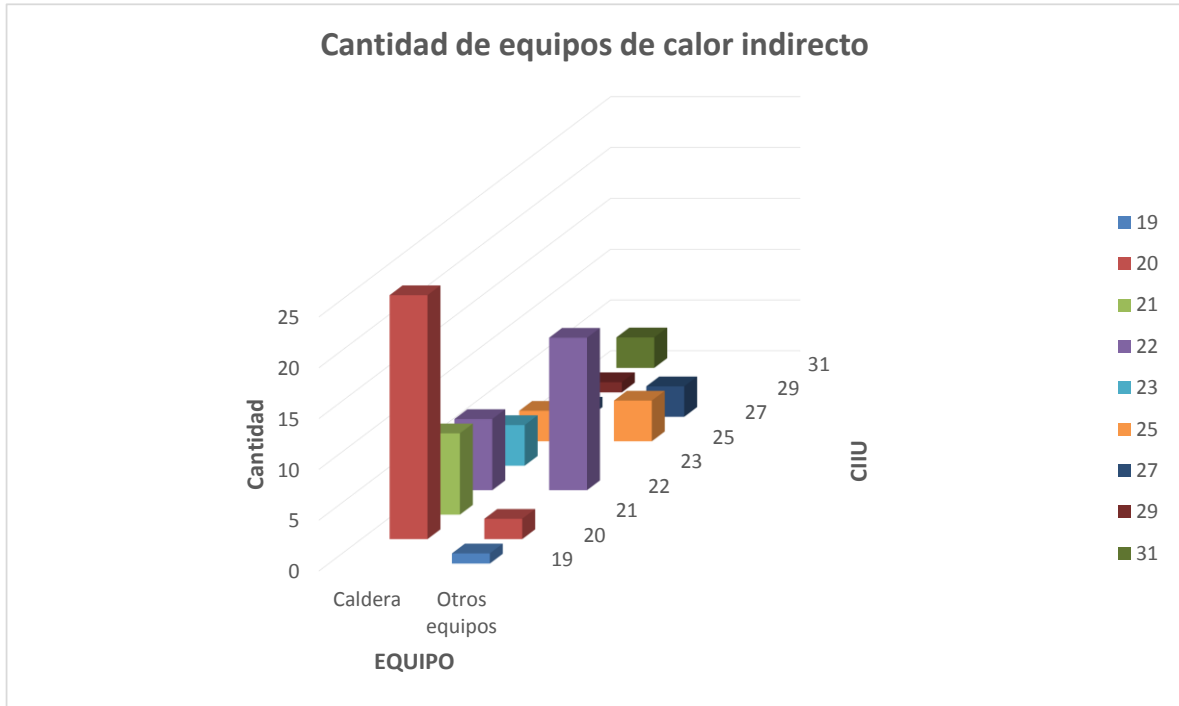
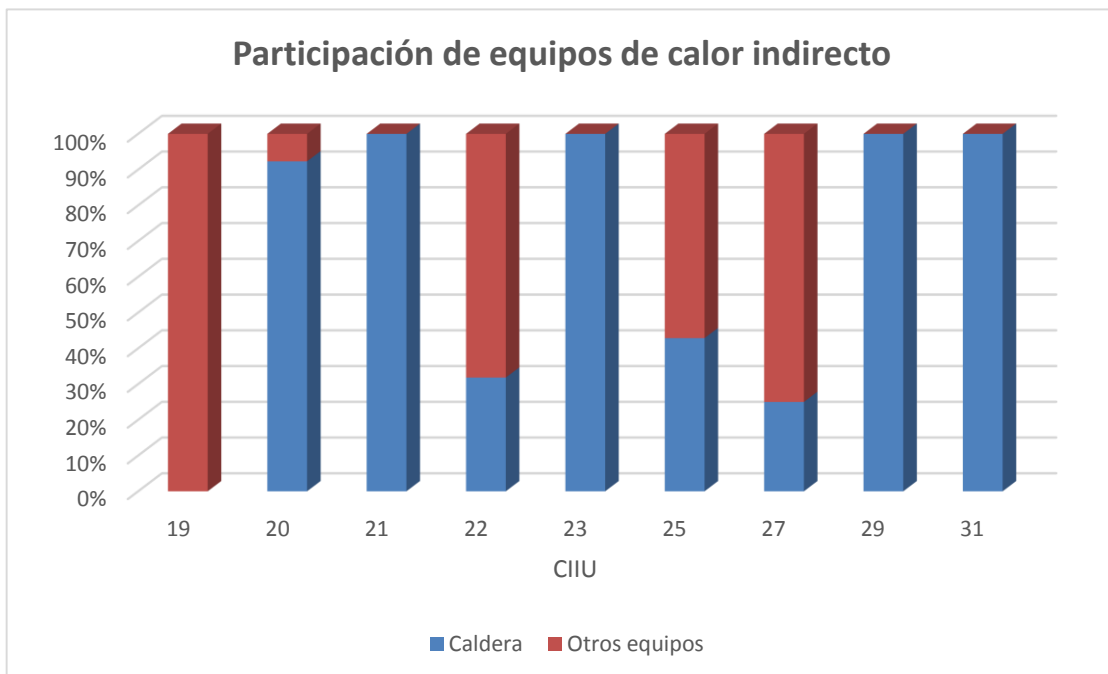


Figura 158. Participación de los equipos en calor indirecto por uso y por CIU



La figura 158 muestra que la mayor cantidad de equipos en calor indirecto son calderas

En cuanto al consumo de energía la figura 159 ilustra que los equipos que más consumen energía son las calderas, casi por igual en los CIUs 20, 21, 22 y 23 y algo menos en el CIU 29 (industria automotriz) que se usa para la preparación de la pintura de los autos.

Figura 159. Consumo de energía de los equipos de calor indirecto por uso y por CIU

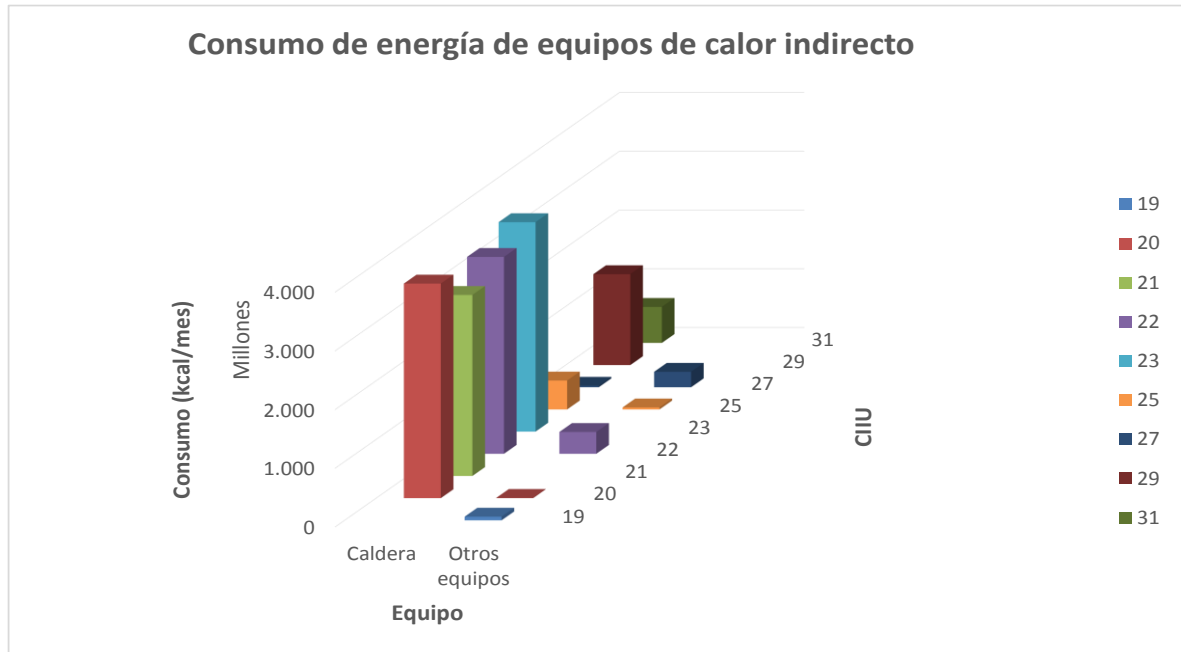
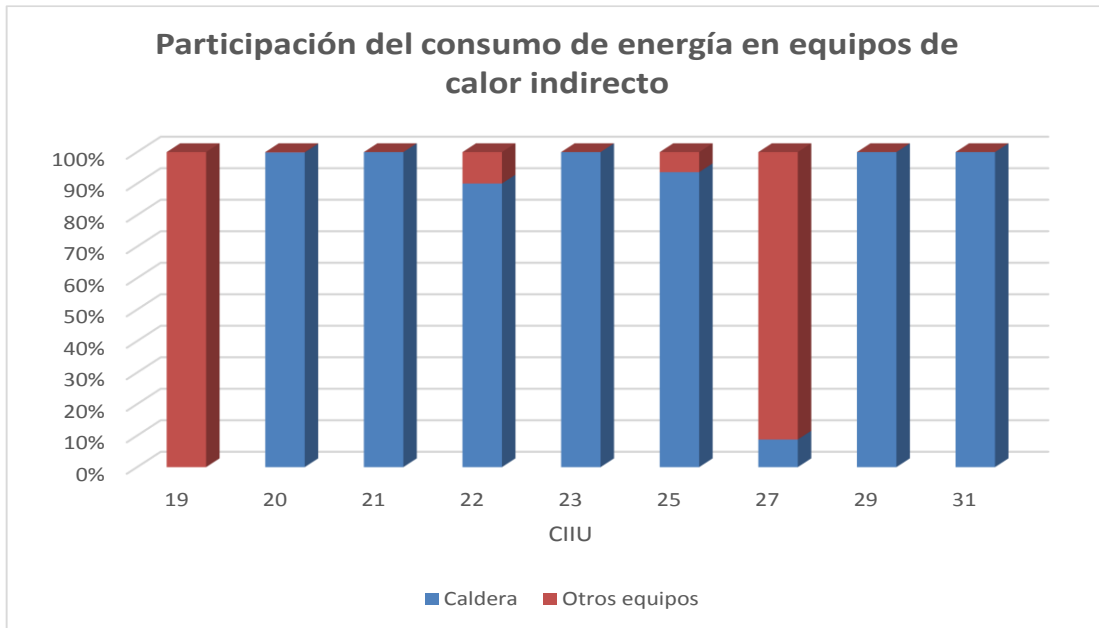


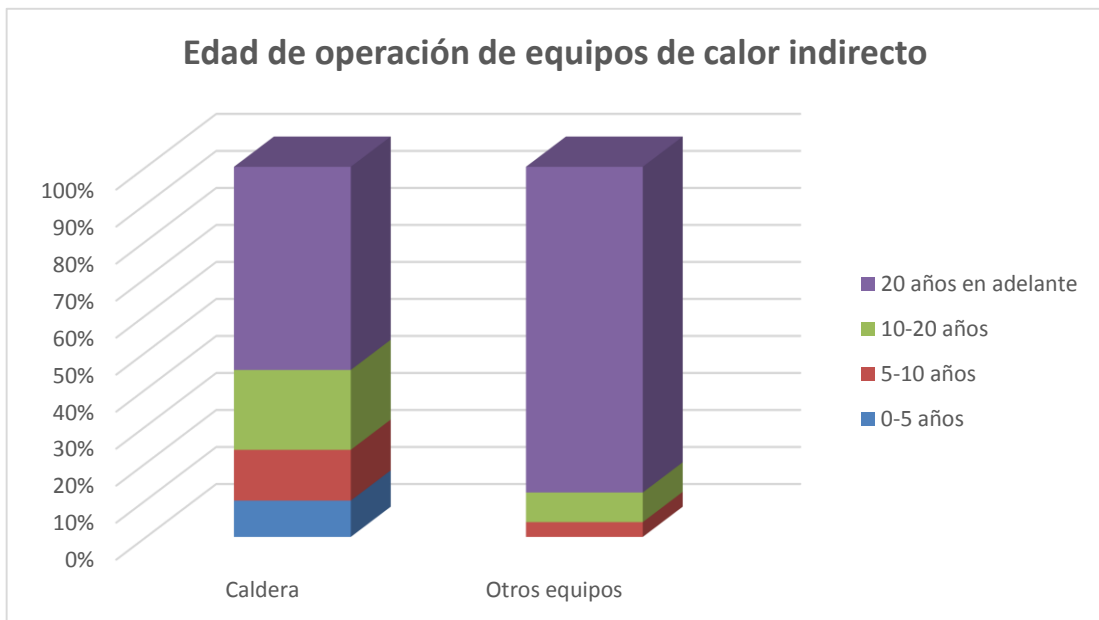
Figura 160. Participación del consumo de energía en equipos de calor indirecto por usos y por CIU



Sin duda las calderas son los equipos más intensivos en energía especialmente en los CIUs 20 a 23.

En cuanto a la obsolescencia de las tecnologías, a figura 161 relaciona las edades promedio de los equipos encontrados en la muestra, la mayor parte de los equipos tienen más de 20 años, la industria química y farmacéutica tiene las calderas más modernas de menos de 10 años.

Figura 161. Edades promedio de los equipos de calor indirecto



9. ALTERNATIVAS TÉCNICAS Y TECNOLÓGICAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

9.1 PORTAFOLIO DE ALTERNATIVAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

A partir de la caracterización energética realizada a las 330 plantas visitadas se pueden identificar las oportunidades de ahorro energético que se presentan en las plantas tanto en el sistema eléctrico como en el sistema térmico.

Las propuestas que se detallarán a continuación se fundamentan en las mediciones realizadas y en la información recopilada en campo así como en el análisis desarrollado durante las visitas.

Las opciones para ahorrar energía y mejorar la eficiencia de la planta son de tres tipos:

- A. Opciones con baja inversión y tiempos de recuperación menores a un año.
- B. Opciones con inversiones moderadas y tiempos de recuperación entre uno y tres años.
- C. Opciones con alta inversión y tiempos de recuperación superiores a tres años.

Se recomienda que estas opciones se implementen de manera progresiva siguiendo la secuencia propuesta para ganar en conciencia y conocimiento por parte de las directivas y del personal de la planta.

Las tablas siguientes resumen estas posibles opciones las cuales muestran el energético o área a la que pertenece, el equipo o proceso, el tipo de medida, el potencial de ahorro, el % de los equipos a los que aplica en capacidad (potencia) y el % ya aplicado, es decir el % de empresas que ya implementaron la medida.

Tabla 164. Opciones identificadas de eficiencia energética en energía eléctrica

ENERGETICO O ÁREA	EQUIPO O PROCESO	A	B	C	MEDIDA	Potencial de ahorro %	% de equipos en potencia a los que aplica	% ya aplicado
ENERGIA ELECTRICA	Instalaciones eléctricas	X			Buenas prácticas en las instalaciones eléctricas, puestas a tierra y protecciones, en general cumplimiento del RETIE.	3 a 5%	100	30
			X		Calidad de la energía, energía reactiva y distorsión armónica	3 a 5%	100	30
	Motores, ventiladores y bombas	X			Buenas practicas, mantenimiento	3 a 10%	70	15
			X		Variadores de frecuencia en ventiladores y bombas	35%	60	10
			X		Variadores de frecuencia en otros motores, bandas transportadoras, molinos, proceso, etc	15%	60	10
				X	sustitución de motores por eficientes	2 a 7%	40	3
	Aire Comprimido	X			Buenas prácticas en la operación y mantenimiento del sistema de aire comprimido. Control de fugas	20 a 30%	70	10
			X		Variadores y automatización de on off, cascada	5%	70	30
			X		Reducción de la presión de descarga del compresor	2 a 8%	70	5
	Iluminacion		X		Sustitucion a tecnologias eficientes luminarias de Hg 400 W por 4*54 T5 o LED 150W	50 a 60%	50	10
		X			Buenas Practicas, sensores, interruptores horarios, zonificacion	5 a 15%	80	20
	Calor directo	X			Aislamiento de equipos con resistencia eléctrica de calefacción	5 a 10%	60	10
			X		Mantenimiento y reposición de aislamientos	5%	70	10
	Automatizacion		X		Calibrar los puntos de ajuste (setpoints) de la planta. Instalación de medidores, sensores y PLCs en todos los procesos	10%	80	5
				X	Control en toda la planta	5%	80	5
	Refrigeración	X			Buenas prácticas, mantenimiento, puesta a punto del sistema, ajuste de la temperatura del evaporador y condensador, control de fugas y aislamiento de tuberías	10%	100	30
				X	Control de la presión de succión y automatización del proceso	1 a 8%	60	5

Fuente: 2014. CORPOEMA

Tabla 165. Opciones identificadas de eficiencia energética en combustibles y su aprovechamiento térmico

ENERGETICO O ÁREA	EQUIPO O PROCESO				MEDIDA	Potencial de ahorro %	% de equipos en potencia a los que aplica	% ya aplicado
		A	B	C				
Combustibles Usos térmicos	Calderas		X		Control de la Combustion, reduccion del exeso de aire por cada 1% se mejora 0.6 la eficiencia. El promedio actual es entre 10 y 20% y sepuede reducir al 5%	3 al 9%	80	5
			X		Buenas practicas: Reducir la presion del vapor, reducir las perdidas por hollin e incrustaciones, mejorar aislamientos, optimizacion de purga	3 a 7%	80	10
			X		Actualización de los aislamientos térmicos, aislamiento de valvulas, codos y demas accesorios, control de fugas, recuperacion de condensados. Por cada 10% recuperado se ahorra 1.5% de combustible el maximo es 90% y el minimo 75%	10 a 30%	80	20
				X	Economizador para calderas de mas de 1000 BHP	10 a 15%	20	2
	Hornos		X		Optimizacion de quemadores	3 a 5%		
			X		Optimizacion de la combustión	3 a 5%		
			X		Aislamientos Termicos Internos y Externos	3 a 5%		
			X		Control de fugas	2 a 10%		
			X		Recuperación de Calor	3 a 10%		
			X		Precaletamiento del Aire de combustión	3%		
		X		Otros Procesos				

Tabla 166. Opciones identificadas de eficiencia energética en gestión de la energía e ingeniería de procesos.

ENERGETICO O ÁREA	EQUIPO O PROCESO				MEDIDA	Potencial de ahorro %
		A	B	C		
Gestión de la energía e ingenieria de procesos	Protocolos de Mantenimiento		X		Actualizar y considerar el ahorro de energía como variable determinante en el establecimiento de los protocolos	3 - 10%
	Indicadores y Seguimiento		X		Establecimiento de indicadores de eficiencia energética y su seguimiento	5-15%
	Implementación del sistema de gestión de la energía (ISO 50001)			X	Incluye los anteriores, el monitoreo, el control y la automatización de la planta	5-30%
	Sustitucion de Combustibles		X		Adecuar los hornos y calderas para recibir otros combustibles	Variable
	Optimización del proceso de producción			X	Especialmente en vidrio, cemento, siderurgia, ladrillo y coque	Variable

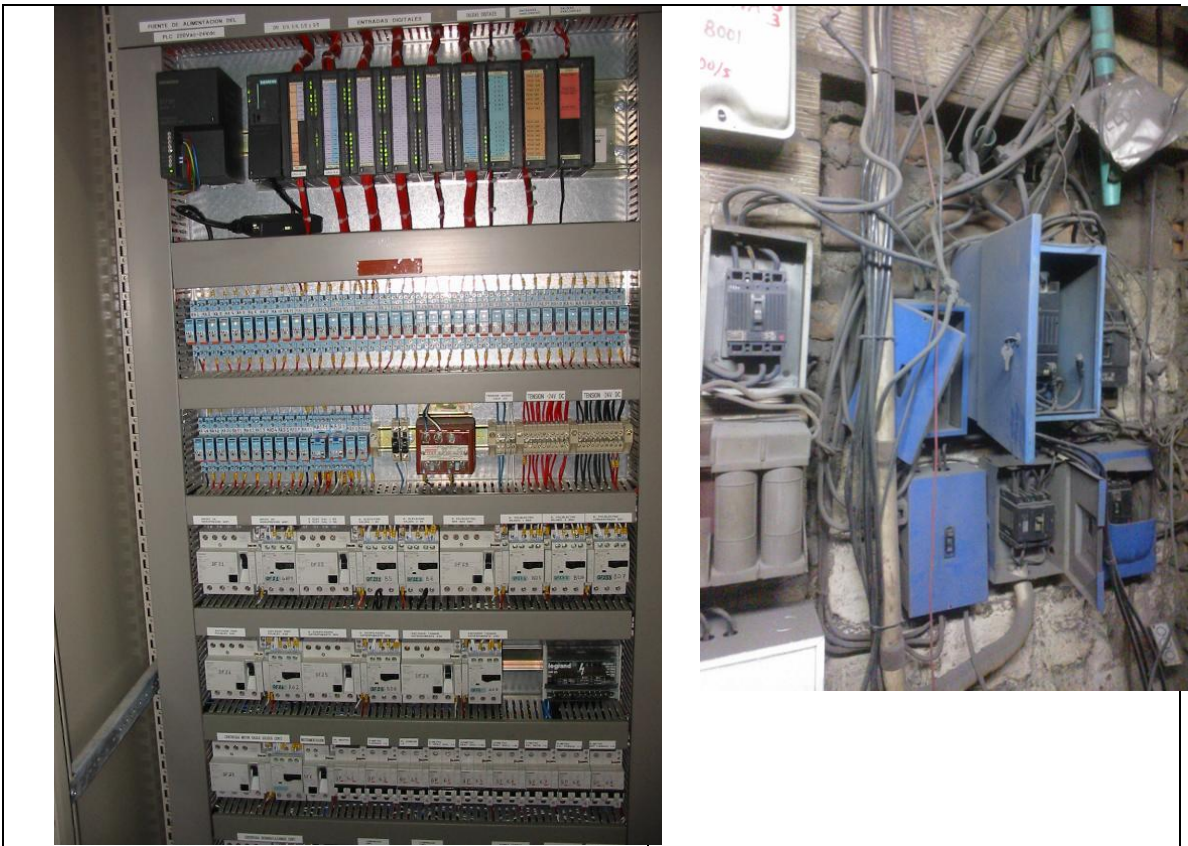
9.2 OPCIONES DE TIPO ELÉCTRICO

A continuación se describen por medio de fichas las características principales de las opciones

9.2.1 Instalaciones eléctricas

EQUIPO, PROCESO O ÁREA	Instalaciones eléctricas.
CLASIFICACIÓN	iii) Buenas prácticas y hábitos de consumo,
MEDIDA	Buenas prácticas en las instalaciones eléctricas, puestas a tierra y protecciones, en general cumplimiento del RETIE.
TAMAÑO DE LA EMPRESA A QUE APLICA:	Todas
CIU QUE APLICA	Todos
<p>DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA</p> <p>Toda instalación eléctrica que le aplique el RETIE, excepto donde se indique expresamente lo contrario, tiene que disponer de un Sistema de Puesta a Tierra (SPT), para evitar que personas en contacto con la misma, tanto en el interior como en el exterior, queden sometidas a tensiones de paso, de contacto o transferidas, que superen los umbrales de soportabilidad del ser humano cuando se presente una falla.</p> <p>Los objetivos de un sistema de puesta a tierra (SPT) son: La seguridad de las personas, la protección de las instalaciones y la compatibilidad electromagnética.</p> <p>Todos los equipos y componentes de un sistema eléctrico están sujetos a fallas que en general afectan el servicio y al mismo tiempo comprometen la integridad del equipo afectado e inclusive la de los equipos instalados entre el punto de la falla y el generador o la alimentación, los cuales no son responsables del defecto.</p> <p>El sistema de protección tiene por objeto la detección, localización y desconexión en forma automática del equipo afectado a fin de minimizar los efectos que el funcionamiento prolongado en estado de falla tendría sobre la instalación. Para cumplir con estas funciones, el sistema de protección debe cumplir las siguientes condiciones fundamentales: selectividad – estabilidad – confiabilidad</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es necesario balancear las cargas en todos los tableros de distribución, ya que este desbalance aumenta las corrientes de neutro, produce calentamiento de conductores y demás anomalías relacionadas con este problema. • Debe comprobarse el estado de las conexiones y los aislamientos de los conductores de los tableros generales de los transformadores. Se recomienda apretar las conexiones y revisar aislamientos. • Es necesario revisar el banco de condensadores de los transformadores, el cual compense la salida de este sistema de suministro y se recomienda que este opere automáticamente en función de la carga, ya que un bajo factor de potencia, entre otros, disminuye la capacidad al sistema de distribución y se presentan calentamiento en los conductores y por ende aumentan las pérdidas de energía. • En los tableros de distribución en la mayoría de los casos se evidencia alto contenido de polvo y residuos en contactores y conductores al igual en las regletas y superficies internas de los tableros, se recomienda limpiar estos elementos y hacer estas jornadas acorde con los programas de mantenimiento preventivo que se ejecuten en la planta, se recomienda además identificar, actualizar y etiquetar los contactores o brakers que componen cada tablero. 	

DIAGRAMA DE LA MEDIDA



POTENCIAL ESTIMADO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO

Estas buenas prácticas aplicadas correctamente reducen el consumo de energía eléctrica, se estima que el ahorro puede estar entre el 3% y el 5% de todo el consumo eléctrico.

ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO DE LA MEDIDA

Debido a que las inversiones son muy bajas para poner en marcha estas medidas, los tiempos de recuperación de la inversión son menores a un año.

EQUIPO, PROCESO O ÁREA	Instalaciones eléctricas.
CLASIFICACIÓN	iii) Buenas prácticas, hábitos de consumo
MEDIDA	Calidad de la energía, energía reactiva y distorsión armónica.
TAMAÑO DE LA EMPRESA A QUE APLICA:	Todas
CIU QUE APLICA	Todos

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA

En la actualidad los conceptos de calidad de energía (correcto suministro de energía) y eficiencia energética (obtener el máximo rendimiento de la misma) están estrechamente ligados por esta razón hay que optimizar al máximo la energía consumida así como su transporte y utilización, garantizando el correcto funcionamiento de los equipos eléctricos conectados a la red.

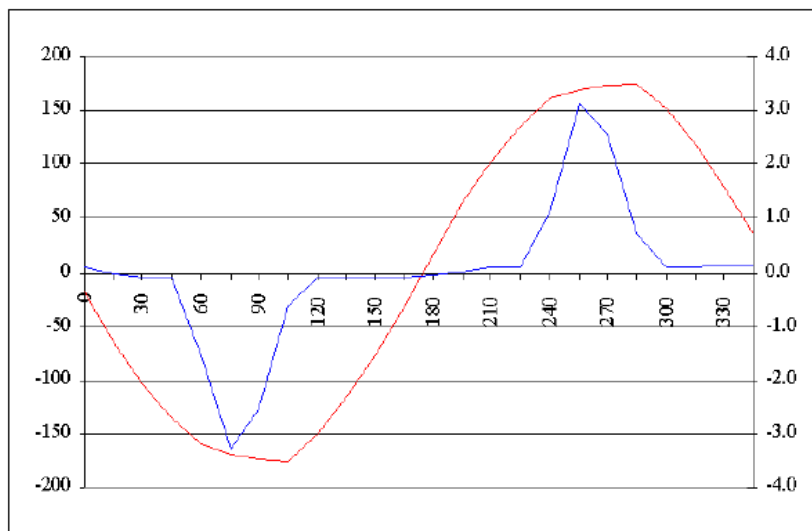
Un aspecto fundamental de la calidad y eficiencia energética consiste en generar y transportar al máximo energía activa que produce trabajo útil, procurando compensar las cargas de energía fluctuante y no productivas como la energía reactiva, así como la energía de distorsión que generan algunos equipos eléctricos con componentes no lineales, reactancias electrónicas no filtradas, variadores de velocidad, rectificadores y arrancadores electrónicos entre otros.

Los bancos de condensadores son aptos para su utilización en sub-estaciones de baja y media tensión donde se desee compensar la Energía Reactiva (o corrección del Factor de Potencia) que consumen las cargas inductivas.

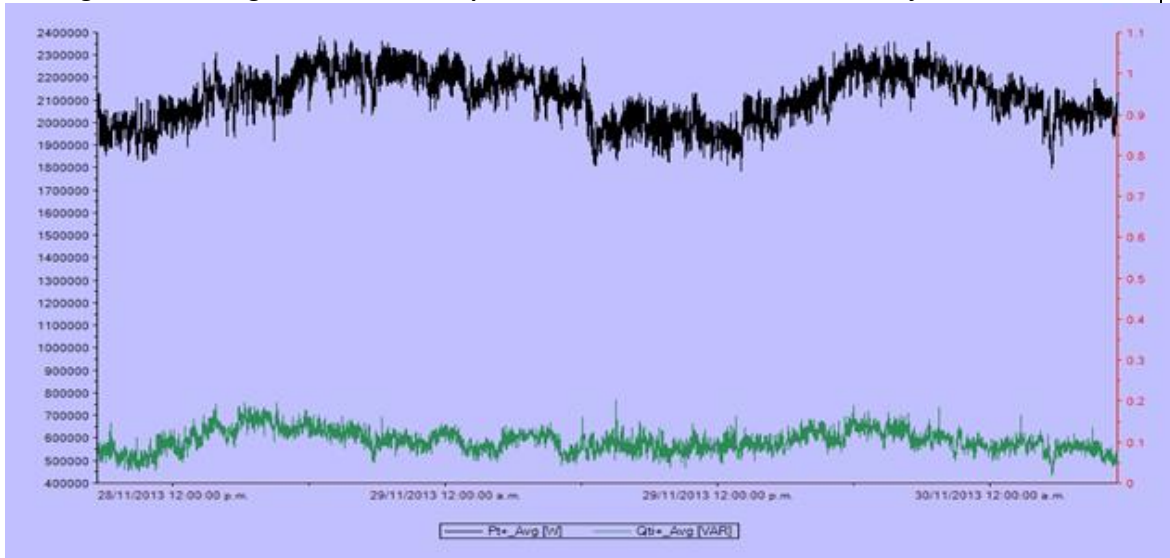
Es necesario revisar el banco de condensadores de los transformadores, el cual compense la salida de este sistema de suministro y se recomienda que este opere automáticamente en función de la carga, ya que un bajo factor de potencia, entre otros, disminuye la capacidad al sistema de distribución y se presentan calentamiento en los conductores y por ende aumentan las pérdidas de energía.

Todos variadores de velocidad instalados en la planta deben tener su filtro de armónicos respectivo.

DIAGRAMA DE LA MEDIDA



Las cargas no lineales generan corrientes que afectan la forma de la onda de voltaje



Energía activa y reactiva

POTENCIAL ESTIMADO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO

Estas buenas prácticas aplicadas correctamente reducen el consumo de energía eléctrica, se estima que el ahorro puede estar entre el 3% y el 5% de todo el consumo eléctrico, dependiendo del factor de potencia actual y del número de variadores instalados..

ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO DE LA MEDIDA

Debido a que las inversiones en filtros y banco de condensadores son para poner en marcha estas medidas son relativamente pequeñas, los tiempos de recuperación de la inversión son menores a 3 años.

9.2.2 Motores, ventiladores y bombas

EQUIPO, PROCESO O ÁREA	Motores en general de bandas transportadoras, molinos, proceso, ventiladores y bombas.
CLASIFICACIÓN	iii) Buenas prácticas y hábitos de consumo,
MEDIDA	Buenas prácticas en la compra, instalación, operación y mantenimiento de los motores.
TAMAÑO DE LA EMPRESA A QUE APLICA:	Todas
CIU QUE APLICA	Todos
<p>DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA</p> <p>Los factores que influyen en la eficiencia de un motor son:</p> <p>La edad. Los nuevos motores son más eficientes</p> <p>La capacidad. La eficiencia del motor aumenta con la capacidad nominal</p> <p>La velocidad. Entre más alta es la velocidad de operación, mayor será su eficiencia</p> <p>El tipo por ejemplo, los motores de jaula de ardilla son normalmente más eficientes que los motores de anillo.</p> <p>La temperatura. (TEFC) motores refrigerados por ventilador totalmente cerrados, son más eficientes que los de disipador.</p> <p>El rebobinado de motores puede resultar en una disminución de su eficiencia.</p> <p>La Carga. Existe una clara relación entre la eficiencia del motor y su carga. Los fabricantes diseñan los motores para que operen entre el 50% y el 100% de carga y para que sean más eficientes con 75% de carga. Pero una vez que la carga este por debajo del 50% la eficiencia disminuye rápidamente como se observa en la gráfica, también se afectará el factor de potencia aunque de manera menos significativa. Lo ideal es mantener altas eficiencias y factores de potencia cercanos a 1.</p> <p>Cargas bajas son probablemente las causa más común de ineficiencias por varias razones:</p> <p>Los fabricantes tienden a usar grandes factores de seguridad cuando seleccionan un motor</p> <p>Los equipos son infrautilizados. Por ejemplo los fabricantes de máquinas herramientas suministran una capacidad de motor para que funcione a full carga, en la práctica el usuario rara vez necesita esta capacidad, resultando en una infrautilización de la capacidad la mayor parte del tiempo. Cuando se trata de motores grandes se seleccionan de tal forma que su capacidad de salida se mantenga aun en condiciones de bajo voltaje anormal. Cuando se requiere un alto torque de arranque se puede escoger o un motor grande o uno pequeño con alto torque de arranque.</p> <p>La selección de los motores se debe hacer con un cuidadoso análisis de la carga, aunque no existen reglas rígidas para la selección de motores y el potencial de ahorro debe ser evaluado caso por caso.</p> <p>Una alternativa es seleccionar la potencia del motor con base en la curva de duración de carga de una aplicación particular. Esto significa que la potencia del motor seleccionado es ligeramente inferior a la más alta carga prevista y de vez en cuando sobrecargue durante un corto período de tiempo. Esto es posible ya que los fabricantes diseñan motores con un factor de servicio (por lo general un 15% por encima de la carga nominal) esto asegura que los motores funcionen por encima de la carga nominal de vez en cuando sin causar daño significativo.</p> <p>Al rebobinar los motores se debe tener en cuenta que el rebobinador este certificado y pueda garantizar la calidad del mismo. Un indicador del éxito del rebobinado es la comparación de la corriente del motor sin carga y la resistencia del estator por fase de un motor rebobinado comparado con los</p>	

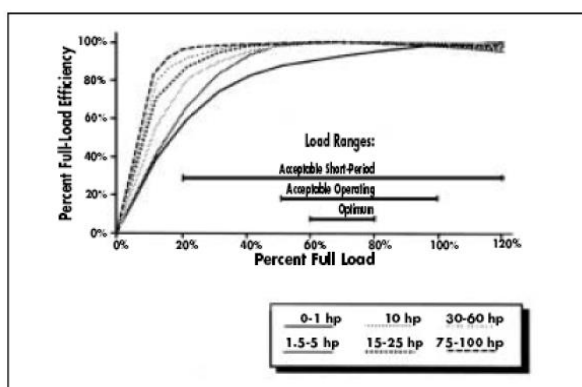
mismos parámetros del motor original al mismo voltaje.

Los motores de menos de 40 HP y mas de 15 años de uso deben ser reemplazados.

Se requiere un mantenimiento adecuado para mantener el rendimiento del motor. Una lista de verificación de buenas prácticas de mantenimiento debe incluir:

- Inspeccione periódicamente el desgaste en los rodamientos y carcasas (para reducir las pérdidas por fricción) y la suciedad / polvo en los ductos de ventilación del motor para asegurar la correcta disipación de calor
- Comprobar las condiciones de carga para asegurar que el motor no tiene sobrecarga o esta infra cargado.
- Lubricar adecuadamente. Los fabricantes suelen dar recomendaciones de cómo y cuando lubricar sus motores. Lubricación inadecuada puede causar problemas. El exceso de lubricación también puede crear problemas, por ejemplo, el exceso de aceite o grasa de los rodamientos del motor pueden entrar en el motor y saturar el aislamiento del motor, provocando un fallo prematuro o la creación de un riesgo de incendio.
- Compruebe periódicamente la correcta alineación del motor y el equipo accionado. La alineación incorrecta puede causar rápido desgaste, lo que podría dañar el motor y el equipo accionado.
- Asegúrese de que el cableado de alimentación y caja de bornes son del tamaño adecuado. Inspeccione regularmente las conexiones en el motor y el motor de arranque para asegurarse de que estén limpios y ajustados
- Proveer de ventilación adecuada y mantener los conductos de refrigeración de motor limpios para ayudar a disipar el calor para reducir las pérdidas excesivas. La vida del aislamiento en el motor también sería más largo: por cada aumento de 10 ° C en la temperatura de funcionamiento del motor sobre el pico recomendado, el tiempo antes de rebobinar el motor se estima que se reduce a la mitad.

DIAGRAMA DE LA MEDIDA



Eficiencia de los motores a carga parcial US DOE.

POTENCIAL ESTIMADO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO

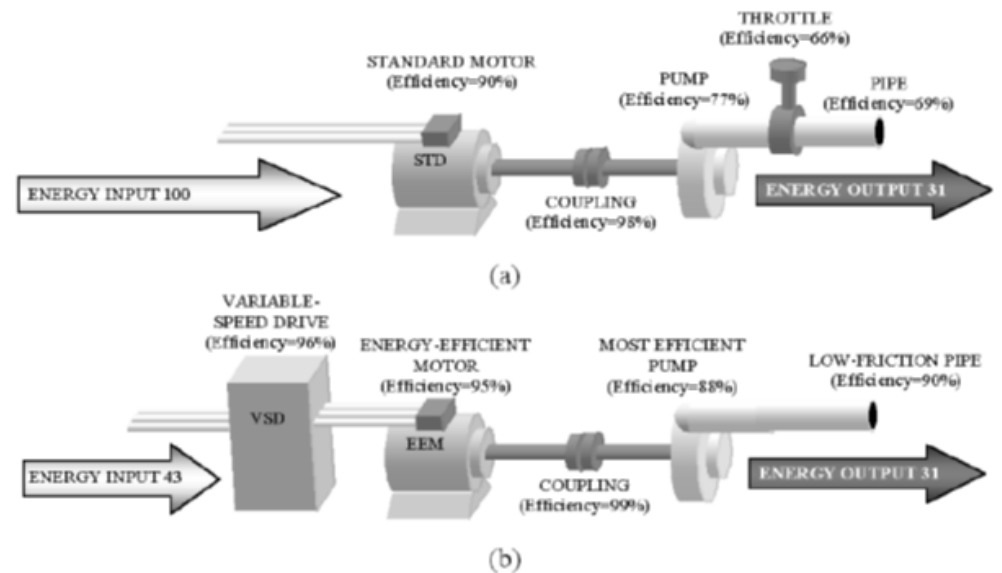
Estas buenas prácticas aplicadas correctamente reducen el consumo de energía entre el 3 y el 10%

ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO DE LA MEDIDA

Debido a que las inversiones son muy bajas para poner en marcha estas medidas, los tiempos de recuperación de la inversión son menores a un año.

EQUIPO, PROCESO O ÁREA	Motores en general de bandas transportadoras, molinos, proceso etc y especialmente Ventiladores y Bombas
CLASIFICACIÓN	iii) reconversión o actualización tecnológica,
MEDIDA	Instalación de Variadores de velocidad o Drivers VSDs
TAMAÑO DE LA EMPRESA A QUE APLICA:	Todas
CIU QUE APLICA	Todos
<p>DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA</p> <p>En aplicaciones que requieren una amplia gama de velocidades y/o control exacto de velocidad, la técnica más adecuada es utilizar variadores de velocidad electrónicos (VSDs). Los variadores pueden ajustar la velocidad del motor a los requisitos de carga. Las cargas manejadas por los motores pueden clasificarse en tres grupos principales de acuerdo a si el torque requerido aumenta, disminuye o permanece constante cuando la velocidad aumenta. La potencia mecánica es igual al producto del torque por la velocidad angular. En las bombas centrífugas y ventiladores (cargas de torque cuadrático) la potencia requerida varía aproximadamente con el cubo de la velocidad del motor. Esto significa que en un sistema de ventilador, aproximadamente se requiere solo la mitad de la potencia total para mover el 80% del caudal nominal.</p> <p>En cuanto a la velocidad de respuesta, las bombas y los ventiladores controlados por VSDs pueden responder a las cambiantes condiciones más rápido y más fiable que las válvulas o los dampers. Esto es particularmente cierto en los extremos de los rangos de flujo donde las válvulas son altamente no lineales, incluso cuando están equipadas con compensadores de linealización. En el caso de cargas que satisfacen la ley del cubo (ej.: bombas y ventiladores centrífugos), se pueden obtener reducciones significativas en el consumo, en comparación con el control de flujo por estrangulación.</p> <p>Los VSDs también aíslan los motores de la línea, lo cual puede reducir el stress del motor y la ineficiencia causada por variaciones en el voltaje de línea, desbalance de fases y mala calidad en las formas de onda del voltaje de línea. En algunas aplicaciones los VSDs pueden manejar varios motores simultáneamente. Por ejemplo un VSD PWM se podría utilizar para manejar dos motores de inducción de 50 kW con exactamente la misma frecuencia. Esta forma de aplicación puede proporcionar ahorro en costos.</p>	

DIAGRAMA DE LA MEDIDA



POTENCIAL ESTIMADO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO

La reducción en el consumo de energía depende de cada caso y de si se trata de ventiladores y bombas o de otros motores. Sin embargo en promedio se pueden asumir los siguientes porcentajes de ahorro en cada aplicación. La referencia además de la experiencia propia es el estudio de caracterización del mercado de variadores en la industria de la comunidad económica Europea. ISR-University of Coimbra, "Improving the Penetration of Energy-Efficient Motors and Drives", European Commission, Directorate-General for Transport and Energy, SAVE II Programme 2000.

MEDIDA	Potencial de ahorro %	% de equipos en potencia a los que aplica	% ya aplicado
Variadores de frecuencia en ventiladores y bombas	35	60	10
Variadores de frecuencia en otros motores, bandas transportadoras, molinos, proceso, etc	15	60	10

EQUIPO, PROCESO O ÁREA	Motores en general de bandas transportadoras, molinos, proceso etc
CLASIFICACIÓN	iii) reconversión o actualización tecnológica,
MEDIDA	Sustitución de motores por motores eficientes
TAMAÑO DE LA EMPRESA A QUE APLICA:	Todas
CIU QUE APLICA	Todos
<p>DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA</p> <p>Los motores de alta eficiencia se han diseñado específicamente para aumentar la eficiencia de su funcionamiento en comparación con los motores estándar. Las mejoras de diseño se centran en la reducción de las pérdidas internas del motor e incluyen el uso de acero con silicio con menores pérdidas, un núcleo más grande (para aumentar el material activo), alambres de mayor calibre (para reducir la resistencia), laminaciones delgadas, espacio de aire más pequeño entre el estator y el rotor, cobre en lugar de barras de aluminio en el rotor, rodamientos de alta calidad y un ventilador más pequeño, etc.</p> <p>Como resultado de las modificaciones para mejorar el rendimiento, los costos de los motores eficientes son más altos que los de los motores estándar. El costo más alto a menudo será devuelto rápidamente a través de la reducción de los costos de operación, particularmente en nuevas aplicaciones o reemplazos de motor al final de su vida. La sustitución de motores existentes que no han llegado al final de su vida útil con motores eficientes de energía no siempre son financieramente viables, y por lo tanto se recomienda el reemplazo de los motores solo al final de su vida o cuando fallan.</p> <p>Los motores de alta eficiencia pueden aplicarse favorablemente en los siguientes casos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cuando el motor opera a una carga constante y muy cerca del punto de operación nominal. • Cuando se usan para reemplazar a motores sobredimensionados. • Cuando se aplican conjuntamente con Variadores electrónicos de frecuencia para accionar bombas y ventiladores, pueden lograr ahorros de hasta más del 50% de la energía. • En instalaciones nuevas. <p>Los motores eficientes cubren una amplia gama de comportamientos a carga completa. Las diferencias en eficiencia son del 3% al 7% en comparación con los motores estándar como se muestra en la Figura &.</p>	

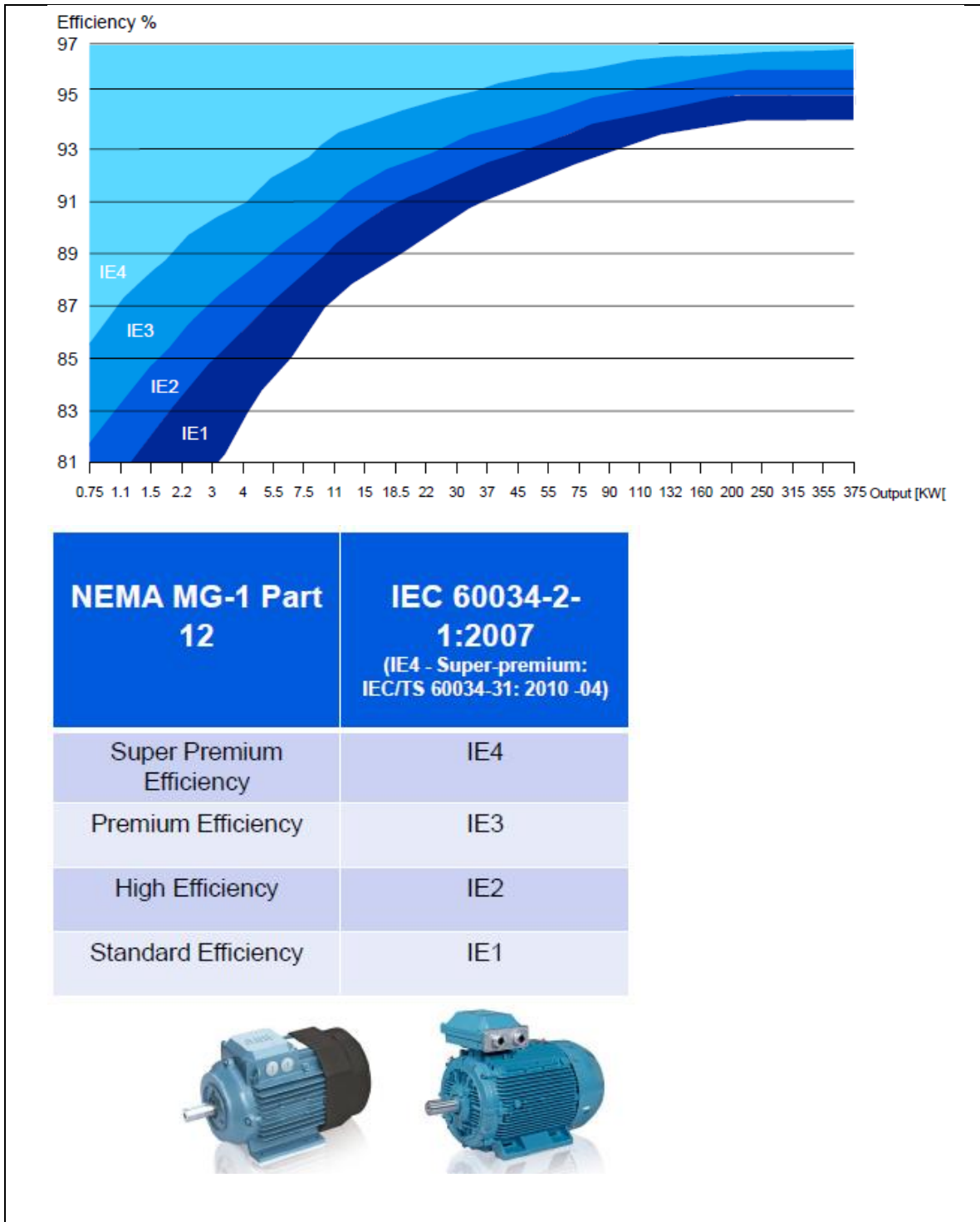
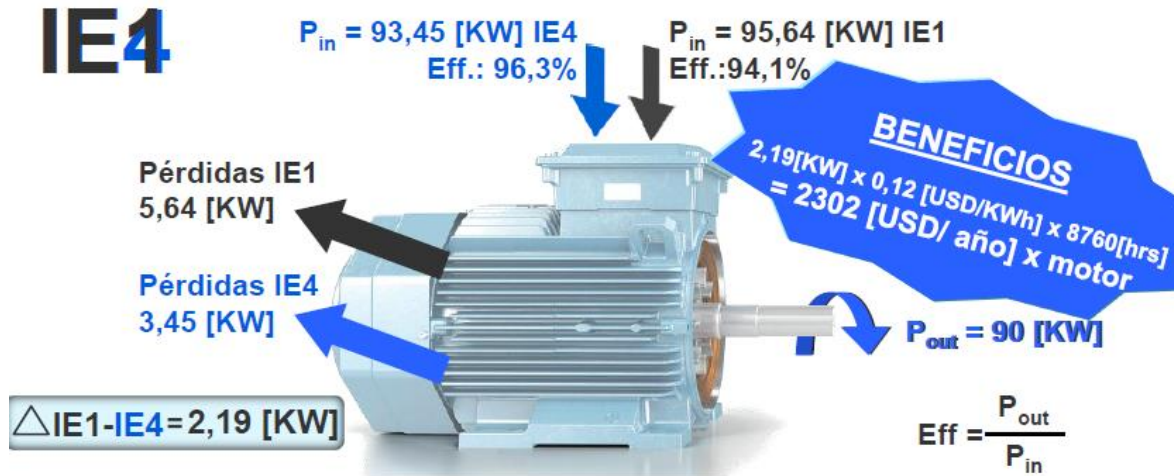


DIAGRAMA DE LA MEDIDA

Pérdidas y Eficiencia en motores eléctricos Caso práctico IE4 v/s IE1 - 90[KW] 1500rpm



Con la eficiencia incrementada en 2,2%, la reducción de las pérdidas es 39%

Ahorro 2302 [USD] por año = 11,48 [tons] CO₂ (0,6kg/kwh)

POTENCIAL ESTIMADO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO

Considerando valores medios de carga del motor (75%), de mejora de eficiencia entre el motor estándar y el motor de alta eficiencia (entre el 2% al 7%), de costo de compra del motor, de periodo de amortización de tres años y del precio de la energía, puede indicarse que es interesante la compra de un motor de alta eficiencia en los siguientes casos:

En los motores entre 10HP y 75HP cuando operan 2500 horas anuales o más.

En los motores de potencias distintas a las anteriores (pequeños y grandes motores) cuando operan 4500 horas o más.

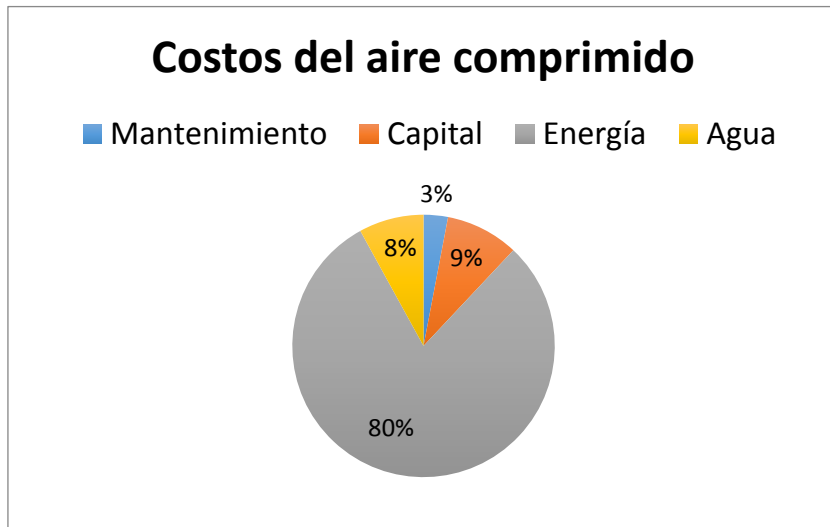
9.2.3 Aire comprimido

EQUIPO, PROCESO O ÁREA	Aire comprimido.
CLASIFICACIÓN	iii) Buenas prácticas y hábitos de consumo,
MEDIDA	Buenas prácticas en la operación y mantenimiento del sistema de aire comprimido.
TAMAÑO DE LA EMPRESA A QUE APLICA:	Medianas y grandes
CIU QUE APLICA	Todos

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA

La figura siguiente muestra los costos de producción del aire comprimido.

Proporción de costo en la producción de aire comprimido



Se observa que la energía es el costo más significativo en la producción del aire comprimido, de tal forma que se justifica cualquier inversión para mejorar el sistema, ya sea cambiando el compresor para mejorar su eficiencia o comprando los periféricos adecuados para mejorar el sistema.

Las opciones para mejorar la eficiencia y disminuir el consumo de energía son muy importantes para mejorar el comportamiento energético de la planta.

La tabla muestra un promedio del comportamiento de los volúmenes de aire comprimido en la industria.

Distribución de los volúmenes de aire comprimido utilizados en la industria (medias internacionales)	
Consumo por los equipos	43 %
Fugas a la atmósfera	34 %
Usos inadecuados	16 %
Aire purgado	5 %
Purgadores automáticos defectuosos	2 %
Estas cifras son las medias elaboradas por Plant Support & Evaluations Inc – Audit Division	

Las opciones identificadas son:

Sistema de baja presión:

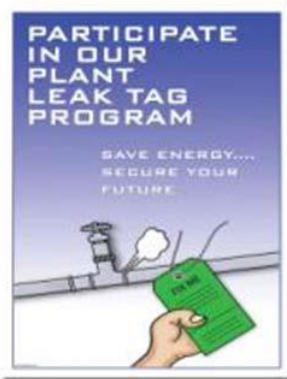
- **Reducir la demanda para ahorrar energía:** El uso del aire comprimido debe ser permanentemente monitoreado y reevaluado. Investigar donde y como se consume el aire conducirá a identificar opciones para reducir el consumo de energía, cada uso debe ser investigado en detalle para establecer si:
 - Se requiere del todo del aire comprimido o este uso puede ser sustituido por otros dispositivos electromecánicos.
 - La presión de suministro es más grande que la requerida
 - Existen facilidades para aislar el suministro cuando no está en uso
 - En ese sentido las opciones para reducir el consumo de energía son:
- **Fugas:** Comprar un probador ultrasónico de fugas y realizar rutinas de inspección regulares para identificar y corregir las fugas de aire comprimido. Por ahora en un escenario bastante conservador se puede asumir que las fugas en el sistema de la planta ascienden al 40% de la demanda y que con medidas sencillas se puede reducir al 20% o menos. Además de las fugas en las válvulas y racores de acople se considera que las principales fugas están en los puntos de uso final y que podrían ser corregidas con válvulas solenoide para cerrar los puntos cuando no están en uso.
- **Reguladores de presión en las salidas:** Los reguladores de presión se usan para limitar la presión máxima de uso y se instala en el sistema de distribución justo antes del punto de consumo si un punto de consumo no tiene regulador este punto usará la presión completa del sistema, el resultado es aumentar la demanda de aire y el consumo de energía pues la herramienta o lo que exista en el punto usaran aire a la más alta presión. La opción consiste en evaluar cuidadosamente la presión requerida en cada punto e instalar las válvulas reguladoras adecuadas, se espera que su implementación aporte a la reducción de la demanda hasta en un 10%.

Sistema de Alta presión

- **Toma de aire de admisión en el compresor:** La localización de los compresores de aire y la calidad del aire tienen una influencia significativa en el consumo de energía, el comportamiento de los compresores mejora con aire de entrada frío, limpio y seco. En la mayoría de plantas los compresores están ubicados en un salón cerrado de tal forma que el calor liberado por los mismos

eleva la temperatura del cuarto y por ende la temperatura del aire de entrada, sería conveniente conducir el aire de entrada desde afuera del recinto en un sitio limpio y seco. Por cada 4 grados centígrados de reducción en la temperatura, la eficiencia de los compresores mejora 1%. Las mediciones realizadas revelan que el aire se está tomando en algunos sitios por lo menos 15 °C por encima de la temperatura ambiente.

DIAGRAMA DE LA MEDIDA



POTENCIAL ESTIMADO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO

Control de fugas entre el 20 y el 30%

Reguladores de presión en las salidas entre 5% y 10%

Toma de aire de admisión en el compresor 1% por cada 4 grados de diferencia de temperatura

Estas buenas prácticas aplicadas correctamente reducen el consumo de energía entre el 10 y el 40%

ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO DE LA MEDIDA

Debido a que las inversiones son muy bajas para poner en marcha estas medidas, los tiempos de recuperación de la inversión son menores a un año.

EQUIPO, PROCESO O ÁREA	Aire comprimido.
CLASIFICACIÓN	iii) Buenas prácticas y hábitos de consumo,
MEDIDA	Reducción de la presión de descarga del compresor.
TAMAÑO DE LA EMPRESA A QUE APLICA:	Medianas y grandes
CIU QUE APLICA	todos
<p>DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA</p> <p>El aire comprimido es uno de los usos más consumidores de energía en una planta industrial (hasta un 20% del uso total de energía). Al mismo tiempo, los compresores son máquinas muy ineficientes energéticamente. La eficiencia para el usuario final suele ser sólo de un 10%. Por eso es importante minimizar el uso de aire comprimido, optimizar su producción y optimizar los ajustes de presión y temperatura.</p> <p>Caídas de presión. Siempre se producen caídas de presión entre los compresores y los usuarios finales, debido a los filtros, secadores, separadores y tuberías. Una regla general es que por cada 2 psi (o 0.13 Bar) de aumento de la presión de descarga, el consumo de energía aumentará en 1%. Lo que significa que si usted puede reducir la presión de descarga 1 bar (14.5 psi), se puede conseguir 7.7% de ahorro de energía (a máxima potencia). También si existe una presión superior a la que se necesita se aumenta la demanda de cada uso no regulado, incluyendo las fugas, válvulas abiertas, etc.</p> <p>Al evaluar su sistema de aire comprimido, un parámetro importante para investigar es la presión y el caudal requeridos. Un sistema correctamente diseñado debe tener una pérdida de presión de menos de 10 por ciento de la presión de descarga del compresor medida desde la salida del tanque acumulador hasta el punto de uso. Si la máxima presión requerida en su equipo es de 80 psi (5.5 bares), la presión de descarga mínima debe ser 88 psi (6.1 bar) o inferior. Si la presión de descarga es superior al 110% de la presión requerida por el equipo, hay una oportunidad de mejora. Las áreas problemáticas típicas son después del enfriador, las válvulas de cheque y los separadores de lubricante. Las caídas de presión en el sistema de distribución y en las mangueras y conexiones flexibles resultan en una baja presión en los puntos de uso. Si tiene que aumentar la presión de operación, trate de reducir las caídas de presión antes de adicionar capacidad de compresión o incrementar la presión del sistema.</p>	

DIAGRAMA DE LA MEDIDA

POTENCIAL ESTIMADO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO

Ahorros típicos en potencia por reducción de presión del sistema

Reducción de presión		Ahorro de potencia (%)		
Desde (bar)	Hasta (bar)	Single-stage Water-cooled	Two-stage Water-cooled	Two-stage Air-cooled
6.8	6.1	4	4	2.6
6.8	5.5	9	11	6.5

ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO DE LA MEDIDA

Debido a que las inversiones son muy bajas para poner en marcha estas medidas, los tiempos de recuperación de la inversión son menores a un año.

9.2.4 Iluminación

EQUIPO, PROCESO O ÁREA	Iluminación			
CLASIFICACIÓN	iii) reconversión o actualización tecnológica,			
MEDIDA	Uso de lámparas eficientes			
TAMAÑO DE LA EMPRESA A QUE APLICA:	Todas			
CIU QUE APLICA	Todos			
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA				
<p>Quando sea necesario recurrir a la iluminación artificial deberán utilizarse los sistemas de iluminación más costo - eficientes disponibles (con altos índices de eficiencia luminosa), en función de las necesidades de iluminación de cada zona de la planta.</p>				
Tecnología	Vida Útil (Horas)	Rango de Potencia (W)	Índice de Reproducción del Color (%)	Eficacia Nominal (lm/W)
Bombillo Incandescente	750 a 2,000	3 a 600	72-95	9 a 30
Incandescente Halógeno	1,000 a 5,000	5 a 1,500	90-99	16 a 25
Fluorescente Compacto	3,000 a 20,000	5 a 100	66-92	25 a 90
Fluorescente T12	10.000	40 a 75	82	60 a 72
Fluorescente T8	15.000	17 a 59	82	71 a 91
Fluorescente T5	20,000 a 35,000	14 a 80	85	86 a 104
Metal Halide	7,500 a 20,000	35 a 1,500	60-88	40 a 110
Diodo Emisor de Luz (LEDs)	100.000	0.1 a 100	50-85	25 a 85
<p>Fuente: Bunca</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sustitución de las lámparas incandescentes por lámparas fluorescentes o de bajo consumo. Una bombilla incandescente utiliza menos del 10% de la energía que consume para producir luz, el resto se pierde en forma de calor. Las bombillas de bajo consumo ahorran hasta un 80% de energía y duran hasta 8 veces más manteniendo el mismo nivel de iluminación, por lo que a pesar de tener un precio de compra más elevado permiten obtener un importante ahorro económico. • A la hora de sustituir los tubos fluorescentes, sustituir los tubos T12 por T8 o T5 en caso que la calidad del suministro de energía sea estable y confiable. Proporcionan la misma intensidad de luz con menor consumo, y cuestan lo mismo. <p>Emplee balastos electrónicos, ahorran hasta un 30% de energía, alargan la vida de las lámparas un 50% y consiguen una iluminación más agradable y confortable.</p>				

POTENCIAL ESTIMADO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO

El **potencial de ahorro se considera alto**. Dependerá, en cada caso, de las características particulares de la instalación y del uso que se haga de la misma, según el número de horas de encendido y del tipo de lámpara sustituida. Se ha supuesto una utilización de 6000 h. La sustitución de la luminaria de Hg de 400 W por otra luminaria con 4 lámparas T5 de 54 W reduce el consumo de energía 50%, si se sustituye por una luminaria LED de 150W el ahorro será cercano al 60%.

ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO DE LA MEDIDA

Depende del número y del tipo de bombillas que se decida sustituir (el costo unitario de las luminarias con 4 lámparas T5 de bajo consumo está alrededor de los \$200.000 pesos y la luminaria LED de 150W es de cerca de 1 millón de pesos (mercado)

Teniendo en cuenta el ahorro energético conseguido y la mayor vida útil de las lámparas de bajo consumo, la inversión se amortiza en T5 se amortiza en pocos meses y la inversión en LED en menos de tres años .

EQUIPO, PROCESO O ÁREA	Iluminación
CLASIFICACIÓN	iii) reconversión o actualización tecnológica,
MEDIDA	Buenas Practicas, sensores, interruptores horarios, zonificación
TAMAÑO DE LA EMPRESA A QUE APLICA:	Todas
CIU QUE APLICA	Todos
<p>DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA Instalación de sensores de luz:</p> <p>Se trata de un sistema que ajusta automáticamente la cantidad de luz emitida por la lámpara en función del aporte de luz natural que haya en la zona donde se encuentre ubicada. Estos sistemas pueden ser del tipo:</p> <p>Todo/nada: las lámparas se conectan/desconectan automáticamente al detectar un nivel de luminosidad determinado (se encienden de noche y se apagan por el día).</p> <p>Progresivos: la cantidad de luz emitida por la lámpara cambia progresivamente según el aporte de luz natural que hay en cada momento.</p> <p>Zonificación</p> <p>Se trata de independizar la iluminación de la oficina o áreas del establecimiento por zonas, mediante la colocación de interruptores manuales, según su localización, las actividades que se desarrollen en ellas y los diferentes horarios de uso</p> <p>Instalación de interruptores horarios</p> <p>Los interruptores horarios permiten el encendido y apagado de las lámparas en función de un horario establecido para cada zona, evitando que estén encendidas en momentos en que no son necesarias, como noches, festivos y fines de semana.</p>	
<p>POTENCIAL ESTIMADO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO</p> <p>El potencial de ahorro estará en función de las características particulares y uso de la instalación y el lugar donde se ubique. Estas medidas permiten alcanzar ahorros entre un 5 y 15% del consumo por iluminación, además de prolongar la vida útil de las lámparas.</p>	
<p>ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO DE LA MEDIDA</p> <p>Las inversiones a realizar para implementar estas medidas son reducidas y el tiempo de recuperación de la inversión es de algunos meses.</p>	

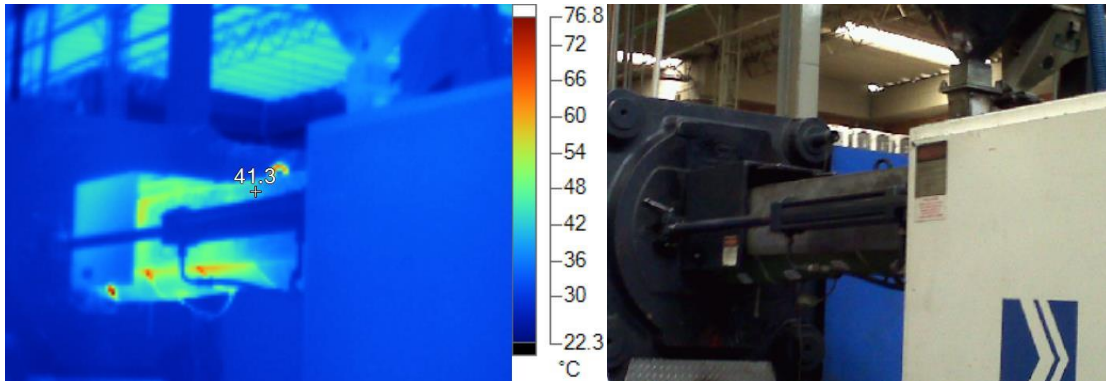
9.2.5 Calor directo

EQUIPO, PROCESO O ÁREA	Aislamiento térmico.
CLASIFICACIÓN	iii) Buenas prácticas y hábitos de consumo,
MEDIDA	Aislar térmicamente el cañón de inyección o extrusión en la industria de plásticos.
TAMAÑO DE LA EMPRESA A QUE APLICA:	Medianas y grandes
CIU QUE APLICA	Plásticos

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA

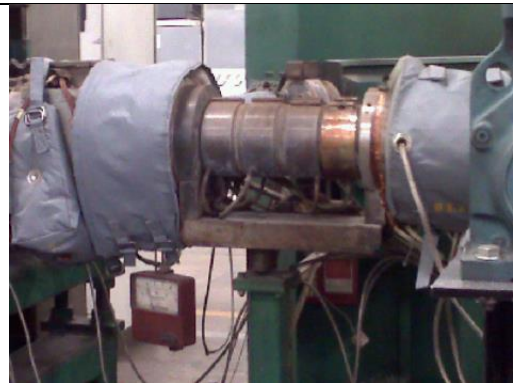
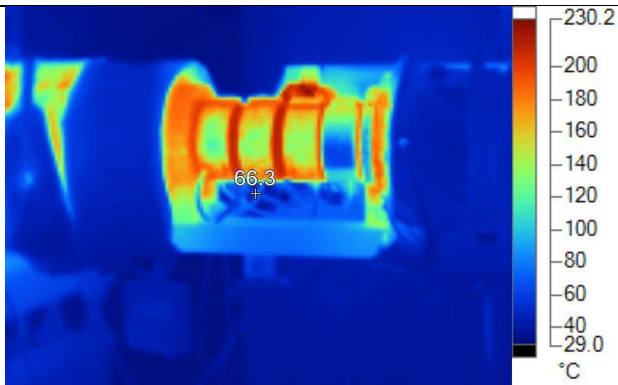
El proceso de manufactura de plásticos por inyección y por extrusión consiste en introducir el plástico granulado dentro de un cilindro, donde se calienta por medio de una resistencia eléctrica. En el interior del cilindro hay un tornillo sinfín que actúa de igual manera que el émbolo de una jeringuilla. Cuando el plástico se reblandece lo suficiente, el tornillo sinfín lo inyecta a alta presión en el interior de un molde de acero para darle forma. El molde y el plástico inyectado se enfrían mediante unos canales interiores por los que circula agua. Por lo general los equipos modernos tienen aislamiento térmico en el cañón de fundición, sin embargo los equipos antiguos y algunos modernos no traen incorporado la chaqueta térmica de aislamiento. Las temperaturas están entre 170 y 200 grados centígrados La medida consiste entonces en acondicionar una chaqueta de aislamiento térmico que cubra el cañón de inyección o extrusión capaz de reducir la temperatura en la superficie a menos de 40 grados centígrados, este dispositivo debe ir acompañado de un termostato interno que garantice que la temperatura interna de fundición del plástico permanezca estable.

DIAGRAMA DE LA MEDIDA



IR007124.IS2
7/2/2014 12:18:33 PM

Visible Light Image



IR008320.IS2

10/2/2014 9:54:11 AM

Visible Light Image

POTENCIAL ESTIMADO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO

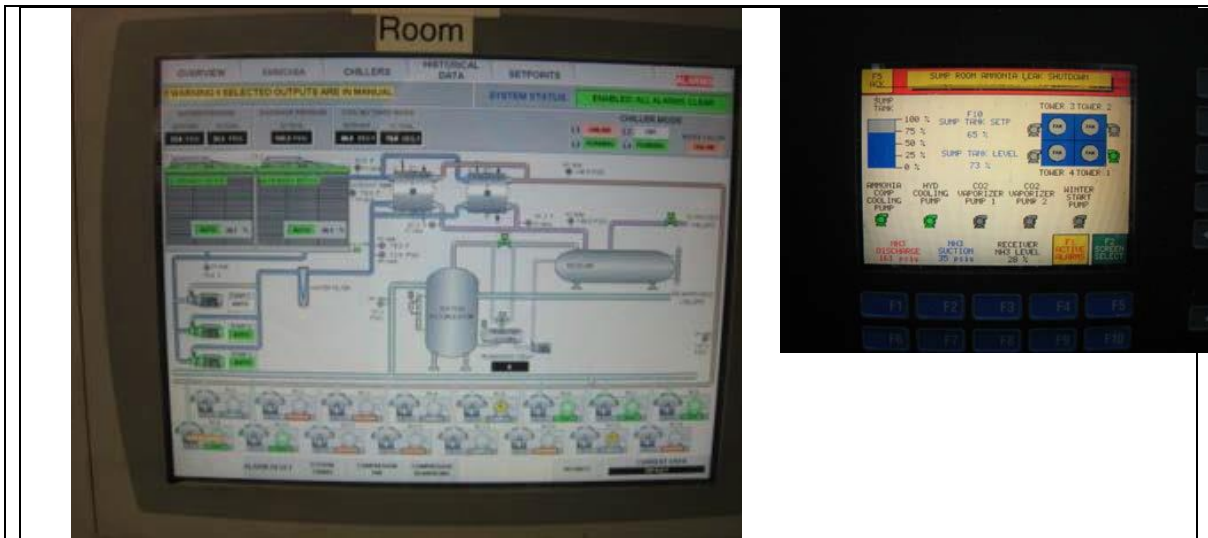
El potencial estimado es con respecto al tiempo de operación de las resistencias de calefacción eléctricas, se estiman ahorros entre el 5 y el 10% dependiendo del tamaño del cañon.

ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO DE LA MEDIDA

Debido a que las inversiones son muy bajas para poner en marcha estas medidas, los tiempos de recuperación de la inversión son menores a un año.

9.2.6 Automatización

EQUIPO, PROCESO O ÁREA	Toda la planta.
CLASIFICACIÓN	Automatización
MEDIDA	Calibrar los puntos de ajuste (setpoints) de la planta. Instalación de medidores, sensores y PLCs en todos los procesos.
TAMAÑO DE LA EMPRESA A QUE APLICA:	Medianas y grandes
CIU QUE APLICA	Todos
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	
<p>En una planta de producción casi todos los equipos existentes tienen un sistema de control; los gerentes, ingenieros de planta y jefes de mantenimiento deben asegurarse que estos están programados correctamente. Muchos de los equipos consumidores de energía en nuestras instalaciones cuentan con puntos de ajuste (set points) programables, desde el simple termostato en aire acondicionado hasta los PLCs o computadores más complejos que controlan líneas de producción. Muchas plantas colocan el punto de ajuste de la presión, de la temperatura y de los caudales muy por encima de los niveles aceptables con el fin de ser cautelosos (margen de seguridad), sin tener en cuenta que esto conduce a mayores consumos de energía. Es vital que estos puntos de ajuste sean administrados para proporcionar sólo la cantidad de trabajo necesaria, ni más, ni menos. Además, otro aspecto importante del control sobre el uso de la energía y sus costos es entender donde se consume la energía, la instalación de medidores en puntos estratégicos permitirá monitorear y rastrear el uso de la energía, así como, mejorar su conocimiento y proyección. Normalmente se establecen los puntos de ajuste para una aplicación, proceso o práctica de forma individual sin tener en cuenta las otras actividades que se realizan en la planta. En la mayoría de los casos se establecen puntos de ajuste sin documentación que explique las razones por las cuales se escogieron y las consecuencias que tendría subirlos a bajarlos. Los puntos de ajuste críticos desde el punto de vista energético, vitales para la seguridad, la calidad del producto y la productividad deben revisarse diariamente, como la temperatura y presión de la caldera, temperatura y caudal del agua de salida del chiller, presión del aire comprimido, etc. Los set points que no son críticos como la temperatura de confort en las oficinas y la temperatura del agua deberían ser revisados sobre una base semanal o mensual.</p>	



POTENCIAL ESTIMADO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO

El potencial estimado de ahorro de energía de esta medida dependerá del nivel de conocimiento de los puntos de ajuste de los procesos y de la variabilidad en los mismos. Se estiman ahorros entre el 5 y el 10% dependiendo del grado de avance en automatización de la planta.

ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO DE LA MEDIDA

La instalación de PLCs en los principales sistemas es del orden de 30.000 U\$. En ese caso la recuperación de la inversión es menor de 3 años..

EQUIPO, PROCESO O ÁREA	Toda la planta.
CLASIFICACIÓN	Automatización
MEDIDA	Automatización y control de la planta.
TAMAÑO DE LA EMPRESA A QUE APLICA:	Medianas y grandes
CIU QUE APLICA	Todos

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA

Una vez que en la planta se ha ajustado el set point de los procesos y se han documentado adecuadamente, se procede a instalar medidores y sensores que permitan llevar toda la información a una central de control en donde se puede implementar todo un sistema de generación de indicadores con su respectivo seguimiento. Se podrá ajustar el set point de la planta, teniendo en cuenta el set point de los distintos procesos encadenándolos adecuadamente de acuerdo a los niveles y calidad de la producción y procurando siempre la optimización en el consumo de energía y buscando la mejor eficiencia energética. Se instalará el hardware y software para el control automático.

DIAGRAMA DE LA MEDIDA





POTENCIAL ESTIMADO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO

El potencial estimado de ahorro de energía de esta medida dependerá del nivel de conocimiento de los puntos de ajuste de los procesos y de la variabilidad en los mismos. Se estiman ahorros entre el 5 y el 10% dependiendo del grado de avance en automatización de la planta.

ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO DE LA MEDIDA

La instalación del hardware y software de automatización es del orden de 50.000 U\$. Se asume que la inversión en PLCs y en equipo de medición ya se realizó. En ese caso la recuperación de la inversión es menor de 3 años..

9.2.7 Refrigeración

EQUIPO, PROCESO O ÁREA	Sistema de frío.
CLASIFICACIÓN	iii) Buenas prácticas y hábitos de consumo,
MEDIDA	Buenas prácticas, mantenimiento de las superficies de los intercambiadores de calor, ajuste de las temperaturas óptimas de evaporador y condensador.
TAMAÑO DE LA EMPRESA A QUE APLICA:	Medianas y grandes
CIU QUE APLICA	20, 21, 22

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA

Un mantenimiento eficaz es la clave para optimizar el consumo de energía. La transferencia de calor se puede mejorar aumentando la velocidad del refrigerante secundario (tal como glicol), sin embargo se pueden generar caídas de presión en el sistema de distribución y mayor consumo de energía en bombas y ventiladores, por lo tanto, se requiere un cuidadoso análisis para determinar la velocidad óptima. Los ductos sucios en el condensador o con incrustaciones inducen al compresor a trabajar más duro para alcanzar la capacidad deseada. Por ejemplo, una acumulación suciedad de 0,8 mm en los tubos del condensador puede aumentar el consumo de energía un 35%. Asimismo, incrustaciones en el evaporador (debido al aceite lubricante residual o infiltración de aire) dan como resultado un mayor consumo. Igualmente importante es la selección adecuada, de tamaño, y mantenimiento de las torres de enfriamiento. Una reducción de 0.55°C en la temperatura de retorno del refrigerante desde la torre de enfriamiento reduce la potencia del compresor hasta en 3%.

Tabla 42. Valores típicos que ilustran el efecto de un pobre mantenimiento sobre el consume de energía en el compresor

Condition	Evaporation Temp (°C)	Condensation Temp (°C)	Refrigeration Capacity* (tons)	Specific Power Consumption (kW/ton)	Increase in kW/Ton (%)
Normal	7.2	40.5	17.0	0.69	-
Dirty condenser	7.2	46.1	15.6	0.84	20.4
Dirty evaporator	1.7	40.5	13.8	0.82	18.3
Dirty condenser and evaporator	1.7	46.1	12.7	0.96	38.7

(National Productivity Council)

En la práctica las opciones en el sistema de frío entonces se pueden resumir en las siguientes reglas gruesas:

- La capacidad de refrigeración del sistema se reduce en un 6% por cada aumento de 3,5 ° C de temperatura en el condensador
- Reducir la temperatura del condensador en 5.5 ° C resulta en una disminución de 20% a 25% en el consumo de energía del compresor.
- Una reducción de 0.55 ° C en la temperatura del agua de entrada a la torre de enfriamiento del condensador reduce el consumo de energía del compresor en 3%
- Una acumulación de incrustaciones de 1 mm de espesor en los tubos de intercambio en el condensador puede aumentar el consumo de energía un 40%.
 - Un aumento de 5.5 ° C en la temperatura del evaporador reduce el consumo de energía del compresor en 20% a 25%.

DIAGRAMA DE LA MEDIDA



POTENCIAL ESTIMADO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO

El potencial estimado de ahorro de energía de esta medida dependerá de la variabilidad en las temperaturas demandadas tanto en el evaporador como en el condensador y de la variación de las condiciones climáticas locales, temperatura y humedad relativa. Se estiman ahorros entre el 5 y el 10%.

ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO DE LA MEDIDA

Esta es una medida de buenas prácticas y mantenimiento, por lo tanto las inversiones son reducidas y los tiempos de recuperación de la inversión son menores a un año..

EQUIPO, PROCESO O ÁREA	Sistema de frío.
CLASIFICACIÓN	iii) Buenas prácticas y hábitos de consumo, iii) reconversión o actualización tecnológica
MEDIDA	Control de la presión de succión y automatización del proceso.
TAMAÑO DE LA EMPRESA A QUE APLICA:	Medianas y grandes
CIU QUE APLICA	20, 21, 22

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA

Existe la tendencia a aplicar altos márgenes de seguridad en las operaciones, los cuales influyen en la puesta a punto de la presión de succión del compresor y de la presión en el evaporador. Por ejemplo, una temperatura requerida de refrigeración de 15 °C necesitaría agua refrigerada a una temperatura inferior, pero el rango puede variar de 6 °C a 10 °C. La temperatura del refrigerante determina la correspondiente presión de succión del refrigerante, que a su vez determina las condiciones de entrada para el compresor. Aplicar la fuerza motriz óptima (mínima diferencia de temperatura) puede ayudar a alcanzar la máxima presión de succión posible en el compresor, y así minimizar el consumo de energía. Esto requiere el correcto dimensionamiento de las áreas de transferencia de calor de intercambiadores de calor de proceso y evaporadores, así como racionalizar el requisito de temperatura al valor más alto posible. Una subida de 1 °C en la temperatura del evaporador puede ahorrar casi un 3% de la potencia consumida. La capacidad en TR de la misma máquina también se incrementa con la temperatura del evaporador tal como se relaciona en la tabla siguiente:

Tabla & Valores típicos que ilustran el efecto de variación en la temperatura del evaporador

Evaporator Temperature (°C)	Refrigeration Capacity (tons)	Specific Power Consumption	Increase in kW/ton (%)
5.0	67.58	0.81	-
0.0	56.07	0.94	16.0
-5.0	45.98	1.08	33.0
-10.0	37.20	1.25	54.0
-20.0	23.12	1.67	106.0

* Condenser temperature 40°C

(National Productivity Council, unpublished)

El efecto de la temperatura del condensador en la demanda de energía en la planta de refrigeración se da en la tabla siguiente

Tabla &. Valores típicos que ilustran el efecto de la variación de temperatura del condensador en el consumo de energía del compresor

Condensing Temperature (°C)	Refrigeration Capacity (tons)	Specific Power Consumption (kW / TR)	Increase in kW/TR (%)
26.7	31.5	1.17	-
35.0	21.4	1.27	8.5
40.0	20.0	1.41	20.5

* Reciprocating compressor using R-22 refrigerant.
Evaporator temperature -10°C

(National Productivity Council, unpublished).

El proceso se puede automatizar colocando sensores de temperatura ambiente y en el agua de las torres de enfriamiento, pues si la temperatura baja se puede aumentar la presión de succión, así de esta forma el funcionamiento de día será diferente del funcionamiento en la noche o en temporadas frías y temporadas

calientes. También con respecto a la demanda, si la temperatura requerida del fluido refrigerante es menor o mayor en esa misma proporción se puede variar el set point del sistema.

DIAGRAMA DE LA MEDIDA



POTENCIAL ESTIMADO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO

El potencial estimado de ahorro de energía de esta medida dependerá del nivel de conocimiento de los puntos de ajuste de los procesos y de la variabilidad en los mismos. Se estiman ahorros entre el 5 y el 10% dependiendo del grado de avance en automatización de la planta.

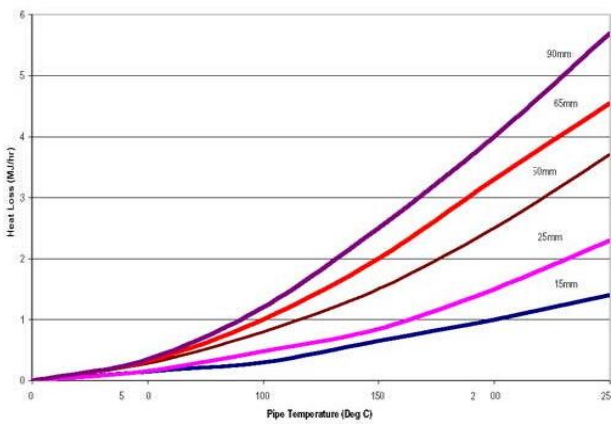
ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO DE LA MEDIDA

La instalación de los sensores y del PLC que puede controlar el compresor cuesta menos de 10000 U\$ y la recuperación de la inversión es menor de 3 años..

9.3 OPCIONES DE TIPO TÉRMICO

A continuación se describen por medio de fichas las características principales de las opciones

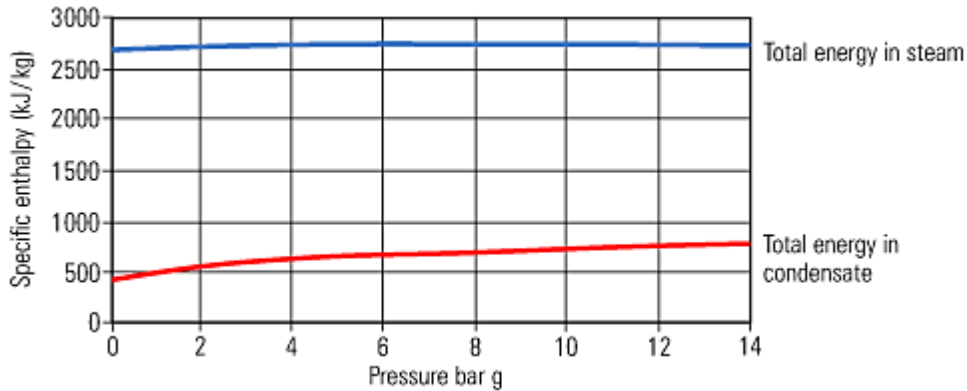
9.3.1 Calderas

EQUIPO, PROCESO O ÁREA	Caldera
CLASIFICACIÓN	iii) Buenas prácticas, hábitos de uso
MEDIDA	Buenas prácticas, actualización de aislamientos y recuperación de condensados
TAMAÑO DE LA EMPRESA A QUE APLICA:	Todas
CIU QUE APLICA	19, 20, 21, 22, 23 y 24
<p>DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA Evitar las fugas:</p> <p>Las fugas tanto del vapor como del frío son una fuente de pérdidas y deben ser evitadas. Entre mayor sea la presión del vapor o la temperatura en el evaporador, mayores serán las fugas, se debe considerar un programa de supervisión y vigilancia periódico para identificar fugas en ductos, válvulas, bridas y uniones. Con estos controles se puede esperar que el consumo de vapor y de frío se reduzca hasta en un 5%.</p> <p>Aislamiento de ductos de vapor y de condensado:</p> <p>Resulta esencial aislar los ductos de vapor y de condensado puesto que ellos representan una fuente importante de pérdidas por radiación, algunos materiales para el aislamiento son: lana de vidrio, lana de roca y asbestos. Las bridas, válvulas y racores también se deben aislar debido a que una brida no aislada equivale a 0,6 m el ducto sin aislamiento (SEAV 2005), estos racores generalmente no se aíslan para facilitar su inspección, una solución es instalar un aislante desarmable que puede ser removido en una inspección, lo anterior también aplica para el circuito de distribución del refrigerante secundario (glicol). La figura siguiente da una indicación de la cantidad de calor perdida desde un ducto.</p> <p>Pérdidas de calor desde un ducto de 1m de longitud en varios calibres</p>  <p>(SEAV, 2005)</p>	

Mejorar la recuperación de condensado:

La figura ilustra el contenido energético del vapor y el condensado a la misma presión.

Figura &. Entalpía específica del vapor y del condensado a la misma presión



El contenido de energía en el condensado con respecto al vapor varía desde 18% a 1 bar hasta 30% a 14 bar, claramente el condensado es valioso y si este vuelve a la caldera reducirá el consumo de combustible de la caldera. Por cada 06 C de incremento en la temperatura del agua de alimentación a la caldera habrá un 1% de ahorro en el consumo de energía en la caldera

POTENCIAL ESTIMADO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO

Si actualmente no existe recuperación de condensado el potencial de ahorro podría llegar hasta el 20% del consumo de combustible en la caldera. La actualización de los aislamientos térmicos y el control de fugas de vapor, además de reducir el stress de la tubería puede ahorrar hasta el 10% del consumo del combustible..

ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO DE LA MEDIDA

Las inversiones para la implementación de estas medidas son reducidas, pues la actualización de aislamientos y el control de fugas se pueden corregir desde las rutinas de mantenimiento. La recuperación de condensado si requiere alguna inversión para purgas y bombeo, pero el tiempo de recuperación de las mismas es menor a 2 años.

CLASIFICACIÓN	ii) hábitos de consumo.
EQUIPO, PROCESO O ÁREA	Calderas,
MEDIDA	Control de carga de la caldera
TAMAÑO DE LA EMPRESA A QUE APLICA:	Micro, pequeña, mediana, grande, todas
CIU QUE APLICA	19,20,21,22
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	
<p>La máxima eficiencia de la caldera no ocurre a plena carga, sino cerca de dos tercios de la carga completa (65 -85% de la carga total). Si la carga en la caldera disminuye aún más, la eficiencia también tiende a disminuir. Si la salida de vapor es de cero, la eficiencia de la caldera es cero, y cualquier combustible despedido se utiliza sólo para abastecer las pérdidas. Se debe balancear la operación de tal manera que se mantenga un régimen de operación relativamente alto.</p>	
POTENCIAL ESTIMADO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO	
<p>En general, la eficiencia de la caldera se reduce significativamente por debajo de 25% de la carga nominal y la operación de calderas por debajo de este nivel debe evitarse en la medida posible.</p> <p>La pérdida de calor por la escoriación de la carcasa de la caldera es normalmente una pérdida de energía fija, independientemente de la capacidad de la caldera. Con diseños modernos de caldera, esto puede representar sólo el 1,5% sobre el valor calorífico bruto en calificación completa, pero aumentará a alrededor del 6 %, si la caldera funciona a solo el 25% de su capacidad.</p>	

ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO DE LA MEDIDA

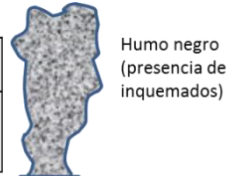
Ejemplo al pasar de un régimen del 65% al 30% la eficiencia energética cae de 80% a 60%

BC	1,00	Mkcal
Reducción de carga		de 65 a 30%
Eficiencia cae		de 80 a 60%
Perdida	20,0%	
Perdida	0,200	Mkcal
Combustible	\$/Mkcal	\$ perdida
Carbón	34.450	6.890
Diesel	258.913	51.783
Gas Natural	112.417	22.483

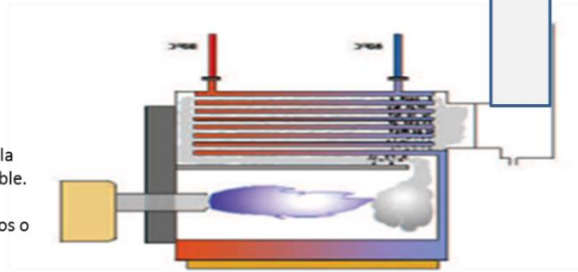
CLASIFICACIÓN	iii) reconversión o actualización tecnológica
EQUIPO, PROCESO O ÁREA	Calderas,
MEDIDA	Instalación de sistema analizador de oxígeno en gases de chimenea
TAMAÑO DE LA EMPRESA A QUE APLICA:	Micro, pequeña, mediana, grande, todas
CIU QUE APLICA	19, 20, 21,22
<p>DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA</p> <p>El exceso de aire es necesario en todos los casos para garantizar una combustión completa, permitir las variaciones normales y garantizar las condiciones de chimenea satisfactoria. El exceso óptimo de aire para la eficiencia máxima de caldera se produce cuando se minimiza la suma de las pérdidas debidas a la combustión incompleta y pérdidas debido al calor en los gases de combustión. Este exceso varía con el diseño de horno, tipo de variables del proceso, combustible y quemador. Puede determinarse mediante la realización de pruebas con razones de combustible/ aire diferentes.</p> <p>Controlar el exceso de aire a un nivel óptimo siempre da como resultado la reducción de pérdidas de gas de combustión; por cada reducción de un 1% de exceso de aire hay aproximadamente 0,6% de aumento en la eficiencia. Existen diversos métodos para controlar el exceso de aire.</p>	

DIAGRAMA DE LA MEDIDA (si aplica)

Índice de BACHARACH	de	1	2	3	4	5	6
% de pérdidas sobre el combustible		0,7	1,3	2,4	3,5	4,7	6



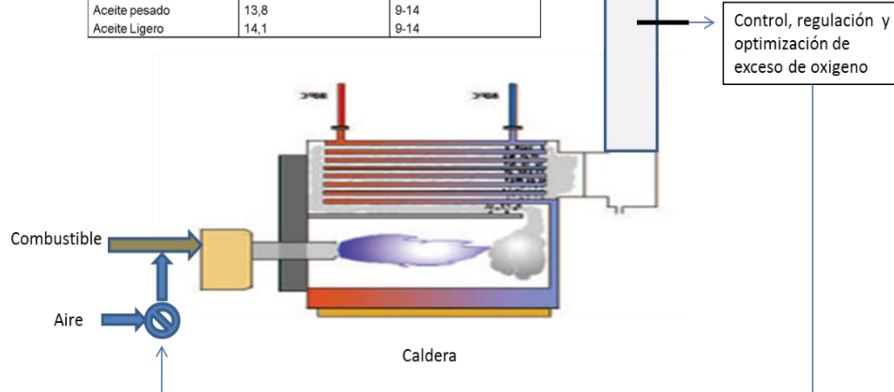
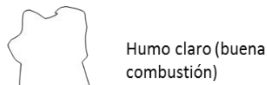
Mejorar mezcla aire combustible.
Homogenizar tamaño (granos o gotas)



Chimenea

Caldera

Datos Teóricos De Combustión Para Calderas Comunes		
Combustible	Kg aire/kg de combustible	CO2% en los gases de combustión
Combustibles solidos		
Bagazo	3,3	10-12
Carbón bituminoso	10,7	10-12
Lignito	8,5	9-13
Cascarilla de arroz	4,5	14-15
Madera	5,57	11-13
Combustibles Líquidos		
Aceite pesado	13,8	9-14
Aceite Ligero	14,1	9-14



Control, regulación y optimización de exceso de oxígeno

POTENCIAL ESTIMADO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO

- Analizadores portátiles de oxígeno e indicadores de tiro pueden utilizarse para hacer lecturas periódicas que guíen al operador para ajustar manualmente el flujo de aire para un funcionamiento óptimo. El exceso de aire puede reducirse hasta en un 20%.

- El método más común es el analizador de oxígeno continuo montado en la línea del medidor de tiro, mediante el cual el operador puede ajustar el flujo de aire. Puede lograrse una reducción de 10-15% sobre el anterior sistema.

- El mismo analizador de oxígeno continuo puede tener un control remoto neumático del posicionador del damper, mediante el cual las lecturas están disponibles en una sala de control lo que permite, a un operador controlar de forma remota un número de sistemas simultáneamente. El sistema más sofisticado es el control automático del damper de chimenea, cuyo costo se justifica únicamente para sistemas grandes.

Por cada reducción de un 1% de exceso de aire hay aproximadamente 0,6% de aumento en la eficiencia

ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO DE LA MEDIDA: La tabla siguiente resume el ahorro por cada millón de Kilocalorías al reducir el exceso de oxígeno un 1%.

BC	1,00	Mkcal
Reduce exceso oxígeno		1%
Ahorro	0,6%	
Ahorro	0,006	Mkcal
Combustible	\$/Mkcal	\$ Ahorro
Carbón	34.450	207
Diésel	258.913	1.553
Gas Natural	112.417	675

CLASIFICACIÓN	iii) reconversión o actualización tecnológica,
EQUIPO, PROCESO O ÁREA	Calderas,
MEDIDA	Instalación de economizador en la chimenea de la caldera
TAMAÑO DE LA EMPRESA A QUE APLICA:	Micro, pequeña, mediana, grande, todas
CIU QUE APLICA	19,20,21,22
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	
<p>El control de temperatura de la chimenea debe ser lo más bajo posible. Sin embargo, no debe ser tan baja que vapor de agua en el tubo de escape se condense en las paredes de la chimenea. Esto es importante en los combustibles que contienen azufre significativo porque la baja temperatura puede provocar corrosión de punto de rocío de azufre. La temperatura de la chimenea superior a 200°C indica un gran potencial de recuperación de calor de residuos. También indica la escala del equipo de transferencia y recuperación de calor.</p>	
DIAGRAMA DE LA MEDIDA (si aplica)	
<p style="text-align: center;">Chimenea</p> <p style="text-align: center;">Caldera</p> <p>Gases de combustión fríos (por encima del punto de rocío) depende del combustible</p> <p>Economizador, precalienta el aire de combustión incrementando la eficiencia de la caldera (incremento de 20°C sube la eficiencia 1%). Precalienta el agua de alimentación (15°C sube la eficiencia en 1%)</p>	
<p>Precalentamiento de agua de alimentación mediante economizadores. En una caldera convencional el aumento de la temperatura del agua de alimentación en 15°C puede aumentar en 3% la eficiencia global. En una caldera moderna de gas natural con gases de salida a 140°C el economizador puede reducirla a 65°C aumentando la eficiencia térmica en un 5%.</p>	

Precaentamiento de aire de combustión. El precaentamiento de aire de combustión es una alternativa para recuperar calor de los gases de combustión en la chimenea. A fin de mejorar la eficiencia térmica al 1%, la temperatura del aire de combustión debe aumentarse en 20°C.

ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO DE LA MEDIDA.

BC	1,00	Mkcal
Precalienta el agua de alimentación (incrementa)	15	°C
Ahorro	3,0%	
Ahorro	0,030	Mkcal
Combustible	\$/Mkcal	\$ Ahorro
Carbón	34.450	1.034
Diésel	258.913	7.767
Gas Natural	112.417	3.373

BC	1,00	Mkcal
Caldera GN Reduce temperatura de gases	140 a 65	°C
Ahorro	5,0%	
Ahorro	0,050	Mkcal
Combustible	\$/Mkcal	\$ Ahorro
Carbón	34.450	1.723
Diesel	258.913	12.946
Gas Natural	112.417	5.621

BC	1,00	Mkcal
Calienta el aire de combustión (incrementa)	20	°C
Ahorro	1,0%	
Ahorro	0,010	Mkcal
Combustible	\$/Mkcal	\$ Ahorro

Carbón	34.450	345
Diésel	258.913	2.589
Gas Natural	112.417	1.124
CLASIFICACIÓN	ii) hábitos de consumo.	
EQUIPO, PROCESO O ÁREA	Calderas	
MEDIDA	Limpieza de caldera para reducción de pérdidas por incrustaciones y hollín	
TAMAÑO DE LA EMPRESA A QUE APLICA:	Micro, pequeña, mediana, grande, todas	
CIU QUE APLICA	19, 20, 21,22	
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA		
<p>En las calderas que queman diesel y carbón, el hollín se deposita en los tubos actuando como un aislante para la transferencia de calor. Estos depósitos se deben remover de forma regular. Una elevación de la temperatura en la chimenea puede indicar altos depósitos de hollín. Esto puede ocurrir por incrustaciones por el lado del agua. Una alta temperatura en la salida de los gases en condiciones normales de exceso de aire indica un pobre desempeño de la transferencia de calor. Esta condición puede deberse a una deposición gradual por la cara del gas o incrustaciones por la cara del agua.</p> <p>Las incrustaciones por la cara del agua requieren revisar el procedimiento del tratamiento del agua y limpieza de los tubos para remover las incrustaciones.</p>		
POTENCIAL ESTIMADO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO		
Se estima una pérdida del 1% de eficiencia cuando la temperatura de la chimenea se incrementa en 22°C.		
ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO DE LA MEDIDA		
BC	1,00	Mkcal
Sube temperatura gases chimenea	22	°C
Perdida	1,0%	
Perdida	0,010	Mkcal
Combustible	\$/Mkcal	\$ Perdida
Carbón	34.450	345

Diésel	258.913	2.589	
Gas Natural	112.417	1.124	

CLASIFICACIÓN	iii) reconversión o actualización tecnológica
EQUIPO, PROCESO O ÁREA	Calderas,
MEDIDA	Reducción de la presión de vapor de la caldera
TAMAÑO DE LA EMPRESA A QUE APLICA:	Micro, pequeña, mediana, grande, todas
CIU QUE APLICA	19, 20, 21,22

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA

El vapor se genera a presiones normalmente más altas que las requeridas de acuerdo a la temperatura necesaria por el proceso en particular. En algunos casos, el proceso no funciona todo el tiempo, y hay períodos cuando podría reducirse la presión de la caldera. Pero hay que recordar que cualquier reducción de la presión de la caldera reduce el volumen específico del vapor de la caldera reduciendo la capacidad de la misma. Si la carga de vapor supera la disminución de la capacidad de la caldera puede presentarse arrastre de agua. El controlador de energía por lo tanto, debe considerar las posibles consecuencias de la reducción de la presión cuidadosamente, antes de recomendarlo. La presión debe reducirse en etapas y en no más de un 20%.

POTENCIAL ESTIMADO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO

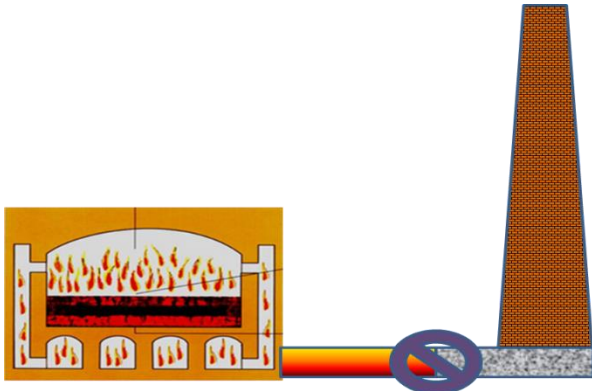
Este es un medio eficaz para reducir el consumo de combustible, del orden de un 1 a 2%.

ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO DE LA MEDIDA: La tabla siguiente resume el ahorro por cada millón de Kilocalorías al reducir la presión de la caldera.

BC	1,00	Mkcal
Mejora servicios generales		
Ahorro	2,0%	
Ahorro	0,020	Mkcal
Combustible	\$/Mkcal	\$ Ahorro

Carbón	34.450	689	
Diésel	258.913	5.178	
Gas Natural	112.417	2.248	
CLASIFICACIÓN	iii) reconversión o actualización tecnológica		
EQUIPO, PROCESO O ÁREA	Calderas,		
MEDIDA	Sustitución de caldera		
TAMAÑO DE LA EMPRESA A QUE APLICA:	Micro, pequeña, mediana, grande, todas		
CIU QUE APLICA	19, 20, 21,22		
<ul style="list-style-type: none"> • Los ahorros más potenciales de sustitución de una caldera dependen el cambio esperado en la eficiencia en general. Un cambio en una caldera puede ser financieramente atractivo si la caldera existente está: <ul style="list-style-type: none"> • vieja e ineficiente • no capaz de quemar combustibles sustitutos más barato • sobre o subdimensionada para los requerimientos presentes no diseñada para las condiciones de carga ideal 			
<p>POTENCIAL ESTIMADO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO</p> <p>El estudio de factibilidad debe examinar todas las implicaciones de largo plazo, disponibilidad de combustible, y planes de crecimiento de la compañía. Se deben considerar todos los factores financieros y de ingeniería. Puesto que las calderas tradicionalmente tienen una vida útil de más de 25 años, su reemplazo debe ser estudiado cuidadosamente.</p>			

9.3.2 Hornos de Coque

	Producción de coque:
CLASIFICACIÓN	iv) cambios en procesos productivos
EQUIPO, PROCESO O ÁREA	horno
MEDIDA	Aprovechamiento de la energía en los humos
TAMAÑO DE LA EMPRESA A QUE APLICA:	Micro, pequeña, mediana, grande, todas
CIU QUE APLICA	19
<p>DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA</p> <p>Los gases desprendidos durante el proceso de coquización son gases combustibles con un buen poder calorífico. Lo que permite pensar en utilizar el calor de los humos y aprovecharlos para la producción de energía útil.</p>	
<p>DIAGRAMA DE LA MEDIDA (si aplica)</p> <div style="text-align: center;">  <p>Recuperación de energía residual. Gas de coquización</p> </div>	
<p>POTENCIAL ESTIMADO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO</p> <p>Si del calor aprovechable en los humos, se utilizara el 80 % como energía útil, la eficiencia energética en términos de energía útil será del 78.4 %.</p>	
<p>ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO DE LA MEDIDA</p> <p>Su rentabilidad depende de la oportunidad de aprovechar la energía recuperada por la combustión de estos gases de coquería</p>	

	Producción de coque	
CLASIFICACIÓN	iii) reconversión o actualización tecnológica	
EQUIPO, PROCESO O ÁREA	Horno	
MEDIDA	Cámaras individuales	
TAMAÑO DE LA EMPRESA A QUE APLICA:	Micro, pequeña, mediana, grande, todas	
CIU QUE APLICA	19	
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA		
Sustituir el sistema de coquización con multicámaras, por la coquización en reactores individuales, más fáciles de controlar y automatizar		
DIAGRAMA DE LA MEDIDA (si aplica)		
<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="margin-right: 20px;"> <p>Ahorro</p> <p>SCS - Carbonización con Pre calentamiento del Carbón</p> <p>Pre calentamiento del Carbón</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>1850° 2630°</p> <p>570°</p> </div> <div style="margin-left: 20px;"> <p>Carbonización Convencional con Carbón Húmedo</p> <p>kJ/kg de carbón húmedo. Calentamiento con Gas de Horno Alto</p> </div> </div> <p style="text-align: center;">Figura 2. Ahorro energético mediante el proceso SCS.</p>		
POTENCIAL ESTIMADO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO		
Se estiman ahorros por el 8%.		
ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO DE LA MEDIDA		
Balace por una tonelada de coque producida.		
BC	2.630	MJ/t coque
Ahorro por proceso SCS		
Ahorro	8%	
Ahorro	210	MJ/tcoque
Combustible	\$/MJ	\$ Ahorro/t
carbón	8,23	1.731

	Producción de coque: horno
CLASIFICACIÓN	iii) reconversión o actualización tecnológica
EQUIPO, PROCESO O ÁREA	Proceso de producción de coque
MEDIDA	Implementar SCOPE 21 (Super Coke Oven for Productivity and Environmental enhancement towards the 21 St Century)
TAMAÑO DE LA EMPRESA A QUE APLICA:	Mediana, grande
CIU QUE APLICA	19

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA

En este nuevo sistema de coquización el proceso se divide en tres etapas diferenciadas: pretratamiento de la mezcla de carbón, proceso de coquización a media temperatura y, finalmente, upgrading del coque seguido por el apagado en seco del mismo.

DIAGRAMA DE LA MEDIDA (si aplica)

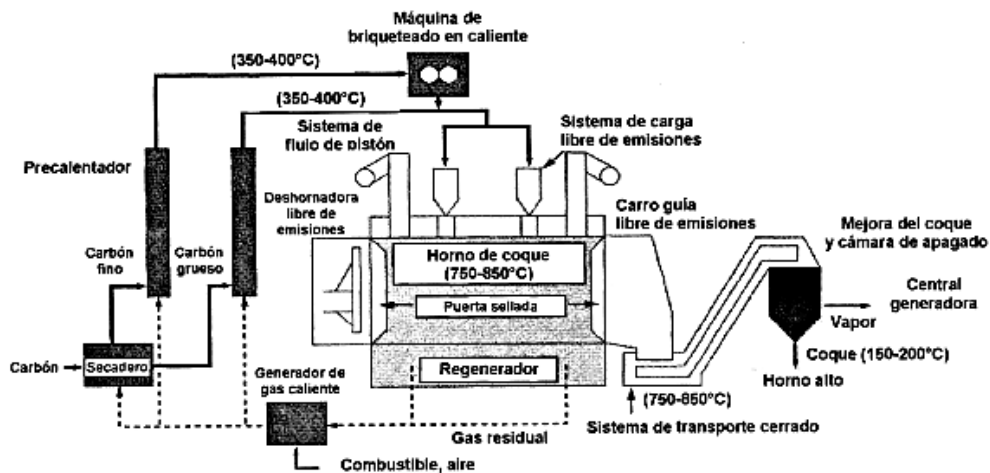


Figura 5. Proceso SCOPE 21.

POTENCIAL ESTIMADO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO

Este proceso permite aumentar en las mezclas la cantidad de carbón no coquizable o poco coquizable, e incrementa considerablemente la productividad.

Esta tecnología logra un ahorro de energía potencialmente significativo calentando rápidamente el carbón desde 660 ° F (350 ° C) donde ocurre la carbonización a baja temperatura y hasta 1560 ° F (850 ° C) del horno en lugar de un horno de coque convencional 2190 ° F (1200 ° C).

Está previsto que la nueva tecnología reducirá el consumo de energía en un 21%, mientras que el uso de los recursos de carbón será más eficaz por un aumento en el aprovechamiento del carbón (20- 50%), las emisiones de NOx se reducirán en un 30%, y la productividad serán 2,4 veces mayor.

ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO DE LA MEDIDA

BC	1,00	Mkcal
Mejora servicios generales		
Ahorro	21,0%	
Ahorro	0,210	Mkcal
Combustible	\$/Mkcal	\$ Ahorro
Carbón	34.450	7.235

	Producción de coque:	
CLASIFICACIÓN	iv) cambios en procesos productivos	
EQUIPO, PROCESO O ÁREA	horno	
MEDIDA	Control de la humedad del carbón.	
TAMAÑO DE LA EMPRESA A QUE APLICA:	Micro, pequeña, mediana, grande, todas	
CIU QUE APLICA	19	
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA		
<p>Esta medida reduce la cantidad de calor de carbonización y mejora la productividad y la calidad del coque mediante el control de la humedad en la alimentación de carbón, pasando de una media normal de 8 - 10% a aproximadamente al 6% de humedad sin obstaculizar la operación de alimentación (NEDO, 2008). En algunos casos el calor sensible del gas de coquería (COG) se recoge mediante el uso de un medio de calor y se utiliza como parte de la fuente de calor.</p>		
POTENCIAL ESTIMADO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO		
<p>La aplicación de la técnica conduce a una reducción de 0,11 a 0,18 MBtu / tonelada de carbón (0,13-0,21 GJ / tonelada) con respecto a los requerimientos de calor de carbonización, mientras que la dureza del coque se mejora en aproximadamente un 1,7% y la productividad en un 10% (NEDO, 2008).</p>		
ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO DE LA MEDIDA		
BC		MJ/t coque
Ahorro por control de humedad en carbón		
Ahorro		
Ahorro	150	MJ/t coque
Combustible carbón	\$/MJ	\$ Ahorro/t
	8,23	1.234

Producción de coque:	
CLASIFICACIÓN	iv) cambios en procesos productivos
EQUIPO, PROCESO O ÁREA	horno
MEDIDA	Curva de calentamiento programada.
TAMAÑO DE LA EMPRESA A QUE APLICA:	Micro, pequeña, mediana, grande, todas
CIU QUE APLICA	19
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	
<p>En lugar de calentamiento constante convencional de los hornos de coque, el calentamiento programado permite la optimización del suministro de energía al horno en las diferentes etapas del proceso de coquización y reduce el contenido de calor del coque antes de la carga.</p>	
POTENCIAL ESTIMADO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO	
<p>El uso de curva de calentamiento programada puede suponer un ahorro de combustible del 10% aproximadamente (IISI, 1982), estimado en 0,15 MBtu / tonelada (0,17 GJ / tonelada) de coque.</p>	
ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO DE LA MEDIDA	
BC	MJ/t coque
Ahorro por control de humedad en carbón	
Ahorro	
Ahorro	170
	MJ/t coque
Combustible	\$/MJ
carbón	8,23
	\$ Ahorro/t
	1.398

Producción de coque:	
----------------------	--

CLASIFICACIÓN	iv) cambios en procesos productivos	
EQUIPO, PROCESO O ÁREA	horno	
MEDIDA	La instalación de un sistema de velocidad variable en los compresores	
TAMAÑO DE LA EMPRESA A QUE APLICA:	Micro, pequeña, mediana, grande, todas	
CIU QUE APLICA	19	
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA		
<p>El gas de coque se genera a bajas presiones y se presuriza para el transporte en la red de gas interna. Sin embargo, los flujos de gas del horno de coque varían con el tiempo debido a las reacciones de coquización. Por lo tanto, los variadores de velocidad en los compresores de hornos de coque se pueden instalar para reducir la energía de compresión.</p>		
POTENCIAL ESTIMADO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO		
<p>La instalación de un sistema de acondicionamiento de velocidad variable en un compresor en una planta de coque en Corus en Holanda salvos 5-7 kBtu / ton (6-8 MJ / tonelada) de coque (Farla et al., 1998).</p>		
ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO DE LA MEDIDA		
BC		MJ/t coque
velocidad variable en los compresores		
Ahorro		
Ahorro	8	MJ/t coque
Combustible	\$/MJ	\$ Ahorro/t
carbón	8,23	66

9.3.3 Industria del vidrio

	Producción de vidrio:
CLASIFICACIÓN	iv) cambios en procesos productivos.
EQUIPO, PROCESO O ÁREA	Preparación materia prima
MEDIDA	Adecuación de la granulometría
TAMAÑO DE LA EMPRESA A QUE APLICA:	Micro, pequeña, mediana, grande, todas
CIU QUE APLICA	23
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	
<p>El calor teórico necesario para fundir la composición disminuye cuando se reduce el tamaño y se aumenta la superficie específica de grano de las materias primas. Sin embargo, existen limitaciones inferiores del tamaño de grano, debido al costo de obtención de dicho tamaño, las propiedades físicas del vidrio producido y a la posibilidad de que se incremente el arrastre de materias finas, con el consiguiente deterioro del refractario del horno, reducción de la eficacia del regenerador o recuperador con el tiempo, así como aumento del contenido en polvo de las emisiones al exterior.</p>	
DIAGRAMA DE LA MEDIDA (si aplica)	
<p>El diagrama ilustra el flujo de materiales en la producción de vidrio. A la izquierda, un triángulo gris etiquetado como 'Materias primas' tiene una flecha azul que apunta a un molino de bolas verde etiquetado como 'Molienda de materias primas'. Desde el molino, una flecha roja apunta a un horno industrial azul con un interior que muestra un gradiente de temperatura de rojo a amarillo.</p>	
POTENCIAL ESTIMADO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO	
<p>En cada planta se debe establecer la granulometría óptima para cada materia prima, de acuerdo a parámetros técnicos y de costos de molienda.</p>	

	Producción de vidrio:	
CLASIFICACIÓN	iv) cambios en procesos productivos.	
EQUIPO, PROCESO O ÁREA	Preparación de materia prima	
MEDIDA	Uso de material de vidrio reciclado	
TAMAÑO DE LA EMPRESA A QUE APLICA:	Micro, pequeña, mediana, grande, todas	
CIU QUE APLICA	23	
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA		
Un aumento del porcentaje de reciclaje de residuos de vidrio en la carga significa una reducción en el consumo de energía por concepto de fusión.		
DIAGRAMA DE LA MEDIDA (si aplica)		
<p style="text-align: center;">Materias primas Material reciclado</p> <p style="text-align: center;">Preparación carga</p>		
POTENCIAL ESTIMADO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO		
Cada 10% adicional de vidrio reciclado produce una reducción del 2,5-3% en el consumo de energía del horno.		
ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO DE LA MEDIDA		
Balance para el consumo de un millón de kilocalorías		
BC	1,00	Mkcal
Cargar material reciclado		10%
Ahorro	3,0%	
Ahorro	0,030	Mkcal
Combustible	\$/Mkcal	\$ Ahorro
Carbón	34.450	1.034
Diésel	258.913	7.767

Gas Natural	112.417	3.373	
--------------------	----------------	--------------	--

	Producción de vidrio:
CLASIFICACIÓN	iv) cambios en procesos productivos.
EQUIPO, PROCESO O ÁREA	Preparación de materia prima
MEDIDA	Pelletización
TAMAÑO DE LA EMPRESA A QUE APLICA:	Micro, pequeña, mediana, grande, todas
CIU QUE APLICA	23
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	
<p>La pelletización puede ofrecer una serie de ventajas tales como aumento de la extracción, debido a que los pellets se funden más rápidamente, vida del horno más larga, y menor mantenimiento de los sistemas de recuperación de calor, por la reducción del arrastre de volátiles y mejor calidad del vidrio debido a una menor disgregación de la composición..</p>	
POTENCIAL ESTIMADO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO	
<p>Desde un punto de vista de balance energético, es evidente que tales beneficios deberían superar las necesidades de energía para el proceso de pelletización, que incluye las fases de aglomeración, secado, cribado y molido</p>	

Producción de vidrio:	
CLASIFICACIÓN	iii) reconversión o actualización tecnológica.
EQUIPO, PROCESO O ÁREA	Hornos de fusión.
MEDIDA	Reducción del Ciclo de Inversión.
TAMAÑO DE LA EMPRESA A QUE APLICA:	Micro, pequeña, mediana, grande, todas
CIU QUE APLICA	23
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	
<p>Para cada horno existe un tiempo para el cual la temperatura en los ladrillos de los empilajes de las cámaras de regeneración se hace máxima. El hacer circular los humos durante un tiempo mayor supone un menor aprovechamiento del calor sensible de éstos dado que la temperatura ya no aumenta más. Lo que puede evitarse instalando, un sistema automático, mediante el cual se invierta el funcionamiento de los quemadores cuando un pirómetro registre la temperatura máxima</p>	
DIAGRAMA DE LA MEDIDA (si aplica)	
 <p>El diagrama muestra una sección transversal de un horno de vidrio. Se observa un flujo de vidrio (Glass Flow) que avanza a través de una cámara de fusión y luego a través de una cámara de regeneración. Los ladrillos de la cámara de regeneración están representados por bloques rectangulares. El flujo de vidrio es colorido, con tonos de verde y amarillo, lo que indica diferentes temperaturas. El diagrama ilustra cómo el flujo de vidrio interactúa con los ladrillos de la cámara de regeneración para mantener la temperatura del horno.</p>	

POTENCIAL ESTIMADO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO

Una reducción de 10 segundos permite una economía del 1 al 2%. El tiempo de inversión no debe superar 25 segundos ciertos hornos con llama en bucle se invierten en 18 segundos.

ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO DE LA MEDIDA

Balance para el consumo de un millón de kilocalorías

BC	1,00	Mkcal
Ajustar tiempo de inversión		reducir 10 seg
Ahorro	2,0%	
Ahorro	0,020	Mkcal
Combustible	\$/Mkcal	\$ Ahorro
Diesel	258.913	5.178
Gas Natural	112.417	2.248

	Producción de vidrio:
CLASIFICACIÓN	iii) reconversión o actualización tecnológica.
EQUIPO, PROCESO O ÁREA	Sistema de combustión (chimenea)
MEDIDA	Aprovechamiento del Calor Residual de los Humos.
TAMAÑO DE LA EMPRESA A QUE APLICA:	Micro, pequeña, mediana, grande, todas
CIU QUE APLICA	23
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	
<p>El contenido energético de dicho gases es importante, por lo que sería muy conveniente recuperar una parte de este calor residual, instalando uno o varios equipos de recuperación de calor. La energía así aprovechada puede usarse en precalentamiento del aire de combustión, instalando un recuperador o cámaras secundarias, generación de vapor para calentamiento del fuel-oil, otros fines de calefacción, producción de energía eléctrica y/o accionamiento mecánico, calentamiento del aire y del combustible en otros puntos posteriores de la línea de fabricación, como pueden ser los canales de alimentación y los hornos de recocido o temple, precalentamiento de la carga, entre otros.</p>	
DIAGRAMA DE LA MEDIDA (si aplica)	
<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%;"> <p>Precalentamiento de aire de combustión Calentamiento fuel oil Producción energía eléctrica Precalentar carga Hornos de recocido o temple</p> <p>Posibles aplicaciones del calor residual de gases de chimenea</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p style="text-align: right;">Recuperación de calor residual</p> </div> </div>	

POTENCIAL ESTIMADO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO

Cada caso tiene un potencial específico que debe ser evaluado y se debe identificar el mejor uso de ese calor desde el punto de vista de eficiencia. Aumento global eficiencia del 10% por recuperación de calor

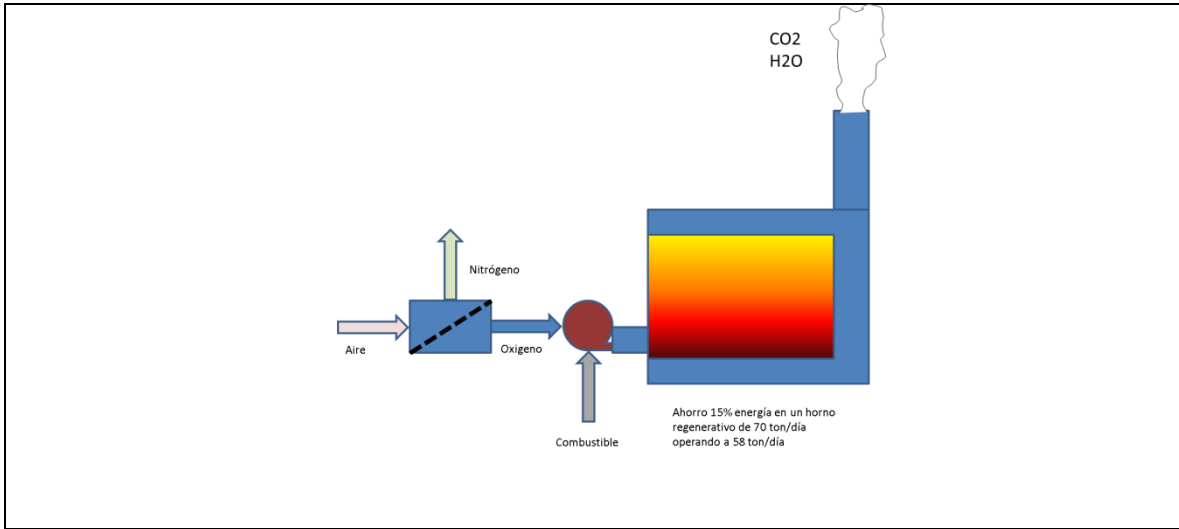
BC	1,00	Mkcal
Mejorar sistema combustión		
Ahorro	10%	
Ahorro	0,1	Mkcal
Combustible	\$/Mkcal	\$ Ahorro
Diésel	258.913,0	25.891,3
Gas Natural	112.416,8	11.241,7

	Producción de vidrio:
CLASIFICACIÓN	iii) reconversión o actualización tecnológica.
EQUIPO, PROCESO O ÁREA	Servicios generales
MEDIDA	Mejoras en el sistema de compresores y en la Red de Distribución.
TAMAÑO DE LA EMPRESA A QUE APLICA:	Micro, pequeña, mediana, grande, todas
CIU QUE APLICA	23
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	
<p>La adición de compresores debe ser considerado sólo después de una evaluación completa del sistema. En muchos casos, la eficiencia del sistema de aire comprimido puede ser manejada y reconfigurada para operar de manera más eficiente sin tener que comprar compresores adicionales. El mantenimiento inadecuado puede reducir la eficiencia de compresión y aumentar fugas de aire o variabilidad de la presión, así como de plomo a un aumento de las temperaturas de funcionamiento, un mal control de la humedad y la contaminación excesiva. Un mejor mantenimiento reducirá estos problemas y permitirá ahorrar energía. Los compresores deben estar ubicados en un lugar seco, limpio, fresco (5 ° C a 35 ° C) en lugar bien ventilado con suficiente espacio para el flujo de aire adecuado y la accesibilidad de mantenimiento.</p>	
POTENCIAL ESTIMADO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO	
<p>Se ha encontrado ahorros energético de 522.732 kWh al año, un 12% de ahorro sobre la configuración antigua, por valor de \$ 32.800 / año (1992). También identificaron ahorros de mantenimiento de \$ 19,500 / año (1992), lo que resulta en una recuperación de la inversión global de 1,3 años. Además de los beneficios de ahorro de energía y de mantenimiento, las tasas de residuos procedentes de las estaciones que forman se han reducido debido a la presión de aire más estable.</p>	

	Producción de vidrio:	
CLASIFICACIÓN	iii) reconversión o actualización tecnológica.	
EQUIPO, PROCESO O ÁREA	servicios generales	
MEDIDA	Optimización de servicios generales.	
TAMAÑO DE LA EMPRESA A QUE APLICA:	Micro, pequeña, mediana, grande, todas	
CIU QUE APLICA	23	
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA		
<p>Se suprime o reduce la potencia instalada donde sea posible, instalando las lámparas más adecuadas en cada zona.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Control de la combustión en las calderas de vapor y/o agua caliente. ✓ Instalación de válvulas automáticas de cierre de agua en el sistema de agua caliente. ✓ Parar los ventiladores de climatización cuando no sean necesarios. ✓ Utilización de motores de velocidades múltiples o accionamientos variables para cargas variables de bombas, soplantes o compresores. ✓ Sustitución de motores y bombas sobredimensionados por los de tamaño óptimo. ✓ Instalación de condensadores en la red eléctrica para mejorar el factor de potencia. 		
POTENCIAL ESTIMADO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO		
<p>Pueden conseguirse ahorros de hasta el 30%, evitándose además la condensación de la humedad en los conductos.</p>		
ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO DE LA MEDIDA		
BC	1,00	Mkcal
Mejora a servicios generales		
Ahorro	30,0	
	%	
Ahorro	0,30	Mkcal
	0	
Combustible	\$/M	\$ Ahorro

	kcal	
Carbón	34.4 50	10.335
Diesel	258. 913	77.674
Gas Natural	112. 417	33.725

CLASIFICACIÓN	iii) reconversión o actualización tecnológica,
EQUIPO, PROCESO O ÁREA	Horno
MEDIDA	Modificaciones a la combustión
TAMAÑO DE LA EMPRESA A QUE APLICA:	Mediana, grande,
CIU QUE APLICA	23
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	
<p>Datos indican que las operaciones con bajo exceso de aire y cambios en la relación de contacto entre aire y combustible, no afectan significativamente la eficiencia en el uso de la energía en el horno.</p> <p>Las tecnologías de oxi-combustión, demostraron tener un bajo consumo de energía (MW/Ton de vidrio fabricado), siendo así una de las principales razones para su uso, ya que reducen la masa de gases a calentar y las pérdidas de calor sensible en los gases por la chimenea.</p>	
DIAGRAMA DE LA MEDIDA (si aplica)	



POTENCIAL ESTIMADO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO


Se observan ahorros de energía de un 15% en un horno regenerativo de 70 ton/día de capacidad operando a 58 ton/día. Además utilizando casi la misma cantidad de combustible, la producción del vidrio aumenta de 62.7 ton/día a 75.8 (ahorra un 21 %).

ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO DE LA MEDIDA

BC	1,00	Mkcal
Oxicombustion sube producción		de 62,7 a 75,8 ton/día
Ahorro	21,0%	
Ahorro	0,210	Mkcal
Combustible	\$/Mkcal	\$ Ahorro
Carbón	34.450	7.235
Diesel	258.913	54.372
Gas Natural	112.417	23.608

CLASIFICACIÓN	iii) reconversión o actualización tecnológica,	
EQUIPO, PROCESO O ÁREA	Horno	
MEDIDA	Modificaciones a la combustión	
TAMAÑO DE LA EMPRESA A QUE APLICA:	Mediana, grande,	
CIU QUE APLICA	23	
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA		
<p>El precalentamiento del reciclado, está diseñado para recobrar calor de los gases de escape y por consiguiente, reducir el consumo de energía en el proceso de fundido del vidrio.</p>		
DIAGRAMA DE LA MEDIDA (si aplica)		
<p>Material reciclado</p> <p>Precalentamiento de material reciclado. Ahorro entre 6 y 8% de energía total</p> <p>Recuperación de calor residual</p>		
POTENCIAL ESTIMADO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO		
Algunos métodos presentan un ahorro de entre un 8 y un 12% de la energía total.		
ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO DE LA MEDIDA		
BC	1,00	Mkcal
Precalentar reciclado		ahorro de 8 a 12 %
Ahorro	10,0%	
Ahorro	0,100	Mkcal
Combustible	\$/Mkcal	\$ Ahorro
Carbón	34.450	3.445
Diésel	258.913	25.891
Gas Natural	112.417	11.242

9.3.4 Industria ladrillera

	Producción de ladrillos:
CLASIFICACIÓN	iii) reconversión o actualización tecnológica,
EQUIPO, PROCESO O ÁREA	Honro Colmena para producción de ladrillo
MEDIDA	Implementar quemadores de carbón pulverizado en hornos colmena
TAMAÑO DE LA EMPRESA A QUE APLICA:	Pequeña,
CIU QUE APLICA	23
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	
<p>Implementar quemadores de carbón pulverizado para la quema de carbón en los hornos de tiro invertido. Este tipo de hornos normalmente operan con alimentación de carbón de forma manual a la parrilla o mediante Stoker, en ambos casos se maneja carbón en tamaños superiores a 2" y hasta 4", lo que dificulta una buena combustión. De acuerdo a los principios básicos de la combustión la implementación de carbón pulverizado aumenta el área superficial y por tanto aumenta la eficiencia de la combustión, disminución del consumo de carbón, y del flujo másico de gases de combustión, entre otras.</p>	
DIAGRAMA DE LA MEDIDA (si aplica)	
	

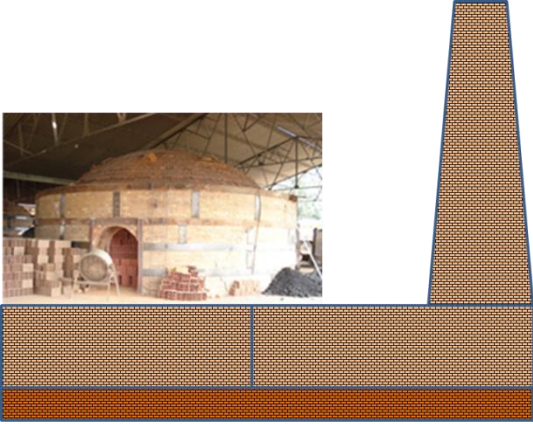
POTENCIAL ESTIMADO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO

Reducción del 20% de inquemados en las cenizas, equivalente a un ahorro de 5% de carbón- Consumo típico 1.867 MJ/ton

ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO DE LA MEDIDA.

La tabla siguiente resume el ahorro energético por tonelada de producto


BC	1.164.769	kcal/t ladrillo
Ahorro	5%	
Ahorro	58238,45	kcal/t ladrillo
Combusti ble	\$/Mcal	\$ Ahorro/t
carbón	34,7	2.020,9

	Producción de ladrillos: Horno Colmena
CLASIFICACIÓN	iii) reconversión o actualización tecnológica,
EQUIPO, PROCESO O ÁREA	Horno Colmena producción de ladrillo
MEDIDA	Aumentar el área de flujo de los gases de combustión
TAMAÑO DE LA EMPRESA A QUE APLICA:	Micro, pequeña, mediana,
CIU QUE APLICA	23
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	
<p>Aumentar el área de flujo de los gases de combustión en la cámara del piso falso. De esta forma es posible mejorar el tiro para disminuir las emisiones de contaminantes y pérdida de calor por las hornillas de alimentación del horno.</p>	
DIAGRAMA DE LA MEDIDA (si aplica)	
 <p>Adicionar área de flujo en piso falso del horno</p>	

POTENCIAL ESTIMADO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO		
Esta medida puede representar un ahorro estimado 5% de carbón consumido en el proceso		
ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO DE LA MEDIDA		
BC	1,00	Mkcal
Automatización y control		
Ahorro	5%	
Ahorro	0,05	Mkcal
Combustible	\$/Mkcal	\$ Ahorro
Carbón	34.450,4	1.722,5

Producción de ladrillos: Horno Colmena		
CLASIFICACIÓN	iii) Cambio de habito	
EQUIPO, PROCESO O ÁREA	Sistema de combustión	
MEDIDA	Implementar control de calidad al carbón	
TAMAÑO DE LA EMPRESA A QUE APLICA:	Micro, pequeña, mediana, grande, todas	
CIU QUE APLICA	23	
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA		
Implementar control de calidad al carbón. Para garantizar buen poder calorífico, baja cenizas y humedad y bajo azufre.		
POTENCIAL ESTIMADO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO		
La calidad el carbón puede llegar a representar un ahorro hasta del 5 al 8 % , al mejorar el poder calorífico del carbón y reducir los contenidos de cenizas y humedad del mismo		
ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO DE LA MEDIDA		
BC	1,00	Mkcal
Control de calidad al carbón		
Ahorro	8%	
Ahorro	0,08	Mkcal
Combustible	\$/Mkcal	\$ Ahorro
Carbón	34.450,4	2.756,0

Producción de ladrillos: Horno Colmena		
CLASIFICACIÓN	IV) Cambio en procesos productivos	
EQUIPO, PROCESO O ÁREA	Preparación de carbón (Molino)	
MEDIDA	Implementar buen sistema de trituración y molienda del carbón	
TAMAÑO DE LA EMPRESA A QUE APLICA:	Micro, pequeña, mediana, grande, todas	
CIU QUE APLICA	23	
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA		
<p>La granulometría del carbón es determinante en la calidad de la combustión, lo mismo que la homogeneidad de la carga, esto se logra implementando un buen sistema de trituración y molienda.</p>		
		
POTENCIAL ESTIMADO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO		
<p>Una granulometría adecuada para el proceso de combustión, puede ahorrar frente a una mala práctica hasta un 5% de consumo de carbón</p>		
ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO DE LA MEDIDA		
BC	1,00	Mkcal
Mejora servicios generales		
Ahorro	5,0%	
Ahorro	0,050	Mkcal
Combustible	\$/Mkcal	\$ Ahorro
Carbón	34.450	1.723

	Producción de ladrillos: Horno Colmena	
CLASIFICACIÓN	iii) reconversión o actualización tecnológica	
EQUIPO, PROCESO O ÁREA	Sistema de combustión de Horno	
MEDIDA	Implementar buen sistema de combustión del carbón	
TAMAÑO DE LA EMPRESA A QUE APLICA:	Micro, pequeña, mediana, grande, todas	
CIU QUE APLICA	23	
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA		
<p>La buena combustión del carbón exige un sistema adecuado, de las opciones que se ofrecen en el mercado para la combustión del carbón en su orden decreciente de calidad son Quemador de carbón pulverizado, Carbo Jet y Stoker, estos sistemas además de manejar una granulometría homogénea, permiten regular la relación aire combustible lo que mejora aun más la calidad de la combustión, frente a los sistema antiguos. Los sistemas como tarro dosificador, parrilla son totalmente obsoletos e ineficientes</p>		
DIAGRAMA DE LA MEDIDA (si aplica)		
		
POTENCIAL ESTIMADO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO		
<p>El carbo Jet reduce los inquemados en las cenizas, pasando de un 30% o más a un 5%, para un ahorro global de carbón del orden del 3% en el proceso</p>		
ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO DE LA MEDIDA		
BC	1,00	Mkcal
Recuperación de calor residual del horno		
Ahorro	3%	
Ahorro	0,03	Mkcal
Combustible	\$/Mk	\$ Ahorro

	cal		
	34.45		
Carbón	0,4	1.033,5	
	Producción de ladrillos:		
CLASIFICACIÓN	iii) reconversión o actualización tecnológica		
EQUIPO, PROCESO O ÁREA	Horno ladrillero Hoffman y secador artificial		
MEDIDA	Implementar secaderos artificial con calor residual recuperado del horno		
TAMAÑO DE LA EMPRESA A QUE APLICA:	pequeña, mediana, grande, todas		
CIU QUE APLICA	23		
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA			
<p>Cuando se termina una quema de material, este queda caliente, en el caso del horno de túnel y el Hoffman aprovechan parte de este calor para precalentar el aire primario de combustión, pero aun así queda excedentes que se pueden recuperar para precalentar aire que se emplea en secaderos artificiales, con esto se disminuye el tiempo de oreo y ahorra energía en el proceso de quema por material más seco.</p>			
DIAGRAMA DE LA MEDIDA (si aplica)			
<p style="text-align: center;">Recuperación de calor</p> <p style="text-align: center;">Horno Hoffman Secador artificial</p> <p style="text-align: center;">Zona de enfriamiento</p>			
POTENCIAL ESTIMADO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO			
<p>Al operar con material más seco se ahorra tiempo y dinero en el proceso aumentando la productividad del horno, en combustible se estima un ahorro del orden del 3%</p>			
ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO DE LA MEDIDA			
BC	1,00	Mkcal	
Recuperación de calor residual del horno			
Ahorro	3%		

Ahorro	0,03	Mkcal	
Combustible	\$/Mkcal	\$ Ahorro	
Carbón	34.45 0,4	1.033,5	

9.3.5 Industria del cemento

	Producción de cemento	
CLASIFICACIÓN	iv) cambios en procesos productivos.	
EQUIPO, PROCESO O ÁREA	Preparación de materias primas	
MEDIDA	Extracción y preparación de las materias primas	
TAMAÑO DE LA EMPRESA A QUE APLICA:	Mediana, grande	
CIU QUE APLICA	23	
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA		
<p>Extracción y preparación de materias primas. Si se homogeniza la materia prima al ser extraída, aunque el costo energético se incrementa, al mismo tiempo se disminuye en la etapa de molienda debido a que el horno trabaja de forma más homogénea y de manera eficiente.</p>		
POTENCIAL ESTIMADO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO		
<p>Se estiman ahorros en los flujos de retornos en los molinos de bolas de 0,36 kWh/t de cemento aproximadamente.</p>		
ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO DE LA MEDIDA.		
Balance por tonelada de cemento producida		
BC	1,00	t cemento
Preparación de materia prima		
Ahorro	0,360	kWh/t

Combustible	\$/kWh	\$ Ahorro/t	
EE	395	142	

	Producción de cemento:	
CLASIFICACIÓN	iv) cambios en procesos productivos.	
EQUIPO, PROCESO O ÁREA	Preparación de materias primas	
MEDIDA	Secado del crudo con gases de chimenea	
TAMAÑO DE LA EMPRESA A QUE APLICA:	Mediana, grande	
CIU QUE APLICA	23,	
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA		
Este secado se puede realizar con los gases que salen de los distintos hornos. Con estos gases se puede llegar hasta un 8% de humedad en el crudo.		
DIAGRAMA DE LA MEDIDA (si aplica)		
POTENCIAL ESTIMADO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO		
Se estiman ahorros en la selección adecuada de bombas para la operación de los molinos de 0,25 kWh/t de cemento aproximadamente.		
ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO DE LA MEDIDA.		
Balance por tonelada de cemento producida		
BC	1,00	t cemento
Secado de crudo con gases		
Ahorro	0,250	kWh/t
Combustible	\$/kWh	\$ Ahorro/t
EE	395	99

	Producción de cemento:	
CLASIFICACIÓN	iv) cambios en procesos productivos.	
EQUIPO, PROCESO O ÁREA	Fabricación del Clinker	
MEDIDA	Ciclones baja caída de presión para Precalentadores en suspensión.	
TAMAÑO DE LA EMPRESA A QUE APLICA:	Mediana, grande	
CIU QUE APLICA	23	
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA		
<p>La instalación de nuevas ciclones en una planta con menores pérdidas de presión reducirá el consumo de energía del sistema de ventilación de gas de escape del horno. La instalación de los ciclones puede ser costosa, sin embargo, ya que a menudo puede implicar la reconstrucción o la modificación de la torre de precalentamiento, y los costos son muy específicos del sitio. Además, los nuevos sistemas de ciclones pueden aumentar la carga global de polvo y aumentar el arrastre de polvo de la torre de precalentamiento. Sin embargo, si un molino de crudo en línea sigue, el problema de arrastre de polvo se convierte en un problema menor.</p>		
POTENCIAL ESTIMADO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO		
<p>Dependiendo de la eficiencia del ventilador, 0,6-0,7 kWh / tonelada de clínker, pueden ser ahorrados por cada 50 mm ca que reduce (columna de agua) la pérdida de presión. Para la mayoría de los hornos esto equivale a un ahorro de 0,6 a 1,0 kWh / tonelada (Birch, 1990). Fujimoto (1994) discutió una modificación de la planta de cemento de Lehigh en la que se instalaron los ciclones de caída de baja presión en su planta de Mason City, Iowa y ahorró 4 kWh / tonelada de clínker (Fujimoto, 1994).</p>		
ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO DE LA MEDIDA		
BC	1,00	t cemento
Ciclones de baja caída de presión		
Ahorro	0,700	kWh/t
Combustible	\$/kWh	\$/Ahorro/t
EE	395	277

	Producción de cemento:	
CLASIFICACIÓN	iv) cambios en procesos productivos.	
EQUIPO, PROCESO O ÁREA	Fabricación del Clinker	
MEDIDA	Uso de sustancias fundentes	
TAMAÑO DE LA EMPRESA A QUE APLICA:	Micro, pequeña, mediana, grande, todas	
CIU QUE APLICA	23	
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA		
Mejoras en el horno. La temperatura de clinkerización puede disminuirse con el uso de sustancias fundentes y mineralizantes, al igual que una mezcla fina y homogénea.		
DIAGRAMA DE LA MEDIDA (si aplica)		
POTENCIAL ESTIMADO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO		
Se estiman ahorros en los desencostamientos y enfriamientos súbitos en el horno de 0,40 kWh/t de cemento aproximadamente.		
ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO DE LA MEDIDA		
BC	1,00	t cemento
Mejoras en el horno		
Ahorro	0,400	kWh/t
Combustible	\$/kWh	\$ Ahorro/t
EE	395	158

	Producción de cemento:	
CLASIFICACIÓN	iv) cambios en procesos productivos.	
EQUIPO, PROCESO O ÁREA	Fabricación del Clinker	
MEDIDA	Mejora en el aislamiento.	
TAMAÑO DE LA EMPRESA A QUE APLICA:	Mediana, grande	
CIU QUE APLICA	23	
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA		
Mejorar el aislamiento térmico del horno y principales equipos calientes para así evitar las pérdidas por radiación.		
DIAGRAMA DE LA MEDIDA (si aplica)		
POTENCIAL ESTIMADO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO		
Se estiman ahorros de 0,42 kWh/t de cemento aproximadamente.		
ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO DE LA MEDIDA		
Balance por tonelada de cemento producida.		
BC	1,00	t cemento
Mejora aislamiento horno		
Ahorro	0,420	kWh/t
Combustible	\$/kWh	\$ Ahorro/t
EE	395	166

	Producción de cemento:	
CLASIFICACIÓN	iii) reconversión o actualización tecnológica	
EQUIPO, PROCESO O ÁREA	Fabricación del Clinker	
MEDIDA	Mejoras en el control del horno.	
TAMAÑO DE LA EMPRESA A QUE APLICA:	Mediana, grande	
CIU QUE APLICA	23	
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA		
Se busca la predicción online de cal libre, control de proceso adaptable basado en redes y procesamiento de imagen digital. De esta forma se puede conseguir un control instantáneo del funcionamiento del control del horno y posteriormente una mejora en la eficiencia energética del mismo.		
DIAGRAMA DE LA MEDIDA (si aplica)		
POTENCIAL ESTIMADO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO		
Se estiman de 0,40 kWh/t de cemento aproximadamente.		
ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO DE LA MEDIDA		
Balance por tonelada de cemento producida		
BC	1,00	t cemento
Control On Line de operación del horno		
Ahorro	0,400	kWh/t
Combustible	\$/kWh	\$ Ahorro/t
EE	395	158

	Producción de cemento:	
CLASIFICACIÓN	iv) cambios en procesos productivos.	
EQUIPO, PROCESO O ÁREA	Fabricación del Clinker	
MEDIDA	Mejoras en el enfriamiento del Clinker.	
TAMAÑO DE LA EMPRESA A QUE APLICA:	Micro, pequeña, mediana, grande, todas	
CIU QUE APLICA	23	
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA		
<p>Instalar enfriadores de parrilla que resultan ser eficientes y realizan el enfriamiento paulatinamente y que favorece el crecimiento de los minerales del Clinker. Con este tipo de enfriadores se obtienen ahorros energéticos hasta de 50 kcal/kg de Clinker en comparación con un enfriador satélite. Otra opción, es utilizar un lecho luido, que aprovecha el aire como aire secundario. Este tipo de enfriadores tienen un rendimiento por encima del 90 %.</p>		
DIAGRAMA DE LA MEDIDA (si aplica)		
POTENCIAL ESTIMADO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO		
Se estiman ahorros por enfriamientos súbitos en el horno de 0,40 kWh/t de cemento aproximadamente.		
ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO DE LA MEDIDA		
Balance por tonelada de cemento producida		
BC	1,00	t cemento
Mejora enfriamiento del Clinker		
Ahorro	0,400	kWh/t
Combustible	\$/kWh	\$ Ahorro/t
EE	395	158

	Producción de cemento:	
CLASIFICACIÓN	iv) cambios en procesos productivos.	
EQUIPO, PROCESO O ÁREA	Fabricación del Clinker	
MEDIDA	Mejoras por uso de aditivos.	
TAMAÑO DE LA EMPRESA A QUE APLICA:	Mediana, grande, todas	
CIU QUE APLICA	23	
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA		
Aditivos como ácido acético y etilenglicol se pueden utilizar para conseguir cementos muy finos con un consumo de energía muy reducido.		
DIAGRAMA DE LA MEDIDA (si aplica)		
POTENCIAL ESTIMADO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO		
Se estiman ahorros de 0,36 kWh/t de cemento aproximadamente.		
ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO DE LA MEDIDA		
Balance por tonelada de cemento producida		
BC	1,00	t cemento
Uso de aditivos		
Ahorro	0,360	kWh/t
Combustible	\$/kWh	\$ Ahorro/t
EE	395	142

	Producción de cemento:	
CLASIFICACIÓN	iv) cambios en procesos productivos.	
EQUIPO, PROCESO O ÁREA	Regulación de Quemadores	
MEDIDA	Mejoras en combustión	
TAMAÑO DE LA EMPRESA A QUE APLICA:	Mediana, grande	
CIU QUE APLICA	23	
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA		
<p>Se trata de mejorar el rendimiento en la combustión mediante la regulación de la cantidad de aire primario en el quemador del horno (de 10 – 12% sobre el total de aire) y control de llama (mejoramiento de la viscosidad se traduce en mejor forma, luminosidad y poder radiante de la llama).</p>		
POTENCIAL ESTIMADO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO		
<p>Una técnica desarrollada en el Reino Unido para el control de la llama resultó en ahorros de combustible de 2-10%, dependiendo del tipo de horno (Venkateswaran y Lowitt, 1988). Lowes, (1990) señala que el ahorro de combustible de hasta un 10% se han demostrado para el uso de técnicas de diseño de la llama para eliminar la reducción de las condiciones en la zona de sinterización del horno en una planta de Blue Circle (Lowes, 1990).</p>		
ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO DE LA MEDIDA		
BC	1,00	Mkcal
Mejora servicios generales		
Ahorro	10,0%	
Ahorro	0,100	Mkcal
Combustible	\$/Mkcal	\$ Ahorro
Carbón	34.450	3.445
Diesel	258.913	25.891
Gas Natural	112.417	11.242

	Producción de cemento: Otros posibles ahorros.	
CLASIFICACIÓN	iv) cambios en procesos productivos y vi) otros que se pudiesen encontrar.	
EQUIPO, PROCESO O ÁREA	Proceso en general	
MEDIDA	Mejoras Varias.	
TAMAÑO DE LA EMPRESA A QUE APLICA:	Mediana, grande, todas	
CIU QUE APLICA	23, 26	
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA		
<p>Existen otros puntos donde se pueden realizar ahorros de energía, para ello se realizan control continuo del consumo específico de combustible (de esta manera se conoce si hay exceso de aire o mayor gasto de combustible), la descarbonatación se hace por fuera del horno (de esta manera se disminuyen las necesidades caloríficas), se debe hacer aprovechamiento de los calores residuales, se puede instalar un separador de alta eficiencia (con esto se ahorra hasta un 16% de energía consumida actualmente y mejora el rendimiento de la separación en un 25%), se utiliza la tecnología del ciclo orgánico de Rankine para producción de electricidad (este ciclo usa los calores residuales de la torre de ciclones y el horno); este último tiene que evaluarse muy bien, ya que su instalación tiene un costo elevado y los retornos acarrear largos períodos de tiempo.</p>		
POTENCIAL ESTIMADO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO		
Se ahorra hasta 16% de energía.		
ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO DE LA MEDIDA		
Base de cálculo Mkcal		
BC	1,00	Mkcal
Ahorro	16%	
Ahorro	0,16	Mkcal
Combustible	\$/Mkcal	\$Ahorro
Carbón	34.450	5.512
Diésel	258.913	41.426

Gas Natural	112.417	17.987	
------------------------	----------------	---------------	--

9.3.6 Industria Siderúrgica

EQUIPO, PROCESO O ÁREA	Siderurgia y metalurgia: horno eléctrico de arco
CLASIFICACIÓN	iv) cambios en procesos productivos
MEDIDA	Carga metálica: preparación y aporte de energía.
TAMAÑO DE LA EMPRESA A QUE APLICA:	Micro, pequeña, mediana, grande, todas
CIU QUE APLICA	24
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	
<p>El análisis químico de la chatarra (base de fluorescencia de rayos X ó por activación de neutrones gamma) se ha utilizado para disminuir la presencia de agentes contaminantes y metales no ferrosos en la chatarra. Por rayos X se analiza cada fragmento de chatarra y establece si esta pieza debe ser separada. Lo segundo es estudiar el conjunto del material que pasa que además permite tener un conocimiento de la influencia sobre la composición química de los distintos tipos de chatarra que ingresan al equipo fragmentador. Cabe aclarar que el mejor método para disminuir contaminantes y metales no ferrosos es el de desmantelar totalmente los automóviles, eliminando el problema de los residuos.</p>	
DIAGRAMA DE LA MEDIDA (si aplica)	
<p style="text-align: center;">Planta de desmantelamiento de automóviles fuera de servicio de WARC [5]</p>	

POTENCIAL ESTIMADO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO

Esta práctica representa un ahorro importante de energía en el proceso del orden del 5 %

ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO DE LA MEDIDA

BC	1,00	Mkcal
Mejorar sistema combustión		
Ahorro	5%	
Ahorro	0,05	Mkcal
Combustible	\$/Mkcal	\$ Ahorro
Carbón	34.450,4	1.722,5

EQUIPO, PROCESO O ÁREA	Siderurgia y metalurgia: horno eléctrico de arco	
CLASIFICACIÓN	iv) cambios en procesos productivos	
MEDIDA	Uso del arrabio sólido	
TAMAÑO DE LA EMPRESA A QUE APLICA:	Micro, pequeña, mediana, grande, todas	
CIU QUE APLICA	24	
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA		
Uso del arrabio sólido, como materia prima		
POTENCIAL ESTIMADO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO		
Se calcula genera un ahorro de energía eléctrica del orden de 1 a 3 kWh/t acero crudo, por cada 1% de arrabio solido adicionado en la carga.		
ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO DE LA MEDIDA		
A continuación se presenta el ahorro por millón de kWh		
BC	1.000.000	kWh
Adición de arrabio solido		1%
Ahorro	3,0%	
Ahorro	30.000	kWh
Combustible	\$/kWh	\$ Ahorro
EE	395	11.850.000

EQUIPO, PROCESO O ÁREA	Siderurgia y metalurgia: horno eléctrico de arco
CLASIFICACIÓN	iv) cambios en procesos productivos
MEDIDA	Uso del arrabio líquido
TAMAÑO DE LA EMPRESA A QUE APLICA:	Micro, pequeña, mediana, grande, todas
CIU QUE APLICA	24
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	
<p>Uso del arrabio líquido como materia prima Los usuarios más habituales de esta materia prima son los hornos eléctricos que se han instalado en varias acerías integradas en China y en unas pocas de Europa y América del Norte. Los métodos de carga usuales son: 1) mediante el vuelco directo de una cuchara sobre el fondo líquido del horno; 2) el vuelco sobre agujeros perforados mediante los electrodos en la chatarra cargada previamente; 3) mediante un canal a través de la puerta de escoria o en forma continua a través de un canal que ingresa al horno por un lateral, en los hornos con carga continua de chatarra precalentada</p>	
DIAGRAMA DE LA MEDIDA (si aplica)	
<p style="text-align: center;">Esquema del proceso de carga de arrabio líquido en el horno eléctrico de TISCO Taiyuan [14]</p> <pre> graph LR C1[Cuchara 1] -- Arrabio --> R[Reactor para pretratamiento de arrabio] C2[Cuchara 2 de transferencia] -- Arrabio --> R R -- "Cal + O2" --> R R -- "Arrabio Pretratado" --> HEA[HEA] C2 -- "Escoria de cuchara" --> HEA </pre>	

POTENCIAL ESTIMADO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO

Se estima un ahorro de energía eléctrica en unos 3 a 5 kWh/t por cada 1% de arrabio líquido adicionado, siempre que la proporción utilizada sea superior al 20%.

ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO DE LA MEDIDA

BC	25	Arrabio liquido
Adición de arrabio líquido		25%
Ahorro por (1%)	5	kWh/t
Ahorro	125	kWh/t
Combustible	\$/kWh	\$ Ahorro/t
EE	395	49.375

EQUIPO, PROCESO O ÁREA	Siderurgia y metalurgia: horno eléctrico de arco	
CLASIFICACIÓN	iv) cambios en procesos productivos.	
MEDIDA	Precalentamiento de la chatarra	
TAMAÑO DE LA EMPRESA A QUE APLICA:	Micro, pequeña, mediana, grande, todas	
CIU QUE APLICA	24	
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA		
<p>Hasta el momento, la carga de chatarra es a temperatura ambiente, sin embargo existen intereses por iniciar el proceso de fabricación de acero con precalentamiento de la chatarra (con el calor de los gases de escape en contracorriente) y precalentamiento de cubas.</p>		
DIAGRAMA DE LA MEDIDA (si aplica)		
POTENCIAL ESTIMADO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO		
Investigaciones indican que la recuperación de energía está entre 30 y 50 kWh/t.		
ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO DE LA MEDIDA		
BC	1	t chatarra
Precalentamiento		
Ahorro	50	kWh/t
Combustible	\$/kWh	\$/ Ahorro/t
EE	395	19.750

EQUIPO, PROCESO O ÁREA	Siderurgia y metalurgia: horno eléctrico de arco	
CLASIFICACIÓN	iii) reconversión o actualización tecnológica,	
MEDIDA	Usos de hornos de precalentamiento	
TAMAÑO DE LA EMPRESA A QUE APLICA:	Micro, pequeña, mediana, grande, todas	
CIU QUE APLICA	24	
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA		
<p>Conocido también como «Consteel evolution» se caracteriza por el uso de quemadores en el túnel de precalentamiento de la chatarra e inyectores para poscombustión en el horno. En el nuevo sistema, el túnel de precalentamiento se divide en dos secciones. La primera tendrá quemadores de alta eficiencia montados cerca de la carga que pasa por debajo y estará puesta aguas arriba de la succión de gas, en la segunda se completa la combustión del gas de salida del horno asignándole un tamaño que permita bajar la velocidad del gas proveniente del horno, dando tiempo a completar las reacciones de poscombustión y la separación del polvo, cuya parte más gruesa es atrapada por la carga y se recicla al horno.</p>		
DIAGRAMA DE LA MEDIDA (si aplica)		
 <p style="font-size: small;">Se añade una sección de túnel de precalentamiento de la carga metálica mediante quemadores y se diseña el tramo del túnel que conduce al horno de manera de permitir que se complete la combustión del gas de escape del horno y el depósito de las partículas gruesas del polvo sobre la chatarra [19].</p>		
POTENCIAL ESTIMADO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO		
Investigaciones indican que la recuperación de energía está entre 30 y 50 KWh/t.		
ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO DE LA MEDIDA		
BC	1	t chatarra
Precalentameinto		
Ahorro	50	kWh/t
Combustible	\$/kWh	\$ Ahorro/t
EE	395	19.750

EQUIPO, PROCESO O ÁREA	Siderurgia y metalurgia: horno eléctrico de arco
CLASIFICACIÓN	iii) reconversión o actualización tecnológica,
MEDIDA	Usos de hornos de precalentamiento
TAMAÑO DE LA EMPRESA A QUE APLICA:	Micro, pequeña, mediana, grande, todas
CIU QUE APLICA	24
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	
<p>Precalentamiento de la chatarra. Otro concepto se conoce como «Simetal EAF Quantum». Es una extensión de la idea básica del «shaft furnace», en la que se opta por la carga de la cuba mediante un carro elevador y un canalón, eliminando cestas y grúa. Se diferencia de la anterior generación de hornos con cuba en que presenta mejor estanqueidad, con menor ingreso de aire, debido a que la estructura de la cuba es fija y la carcasa inferior es móvil; diseño trapezoidal de la cuba, para una mejor distribución de la chatarra y un precalentado eficiente, particularmente cuando la chatarra es de baja densidad mejor caída de la chatarra en la carcasa, mediante el nuevo diseño del sistema de retención; mayor pie líquido, para favorecer la transferencia de calor y la velocidad de fusión; y fusión libre de flickers gracias a la nueva configuración de cuba y electrodos.</p>	
DIAGRAMA DE LA MEDIDA (si aplica)	
<p>Concepto «Simetal EAF Quantum»</p> 	
<p>Con precalentamiento de chatarra en cuba cargada mediante carro elevador y canalón (izquierda), sistema de sangrado tipo sífon y desescoriado continuo (derecha).</p>	

POTENCIAL ESTIMADO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO

Investigaciones indican que la recuperación de energía está entre 30 y 50 KWh/t.

ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO DE LA MEDIDA

BC	1	t chatarra
Pre calentamiento		
Ahorro	40	kWh/t
Combustible	\$/kWh	\$ Ahorro/t
EE	395	15.800

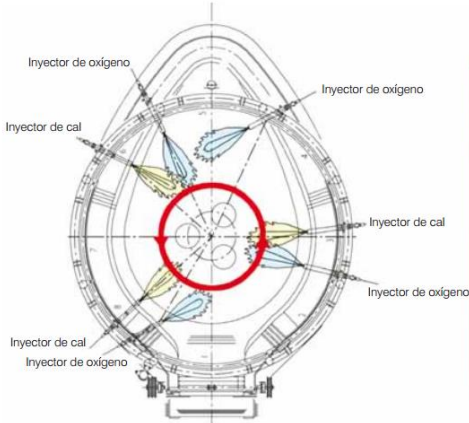
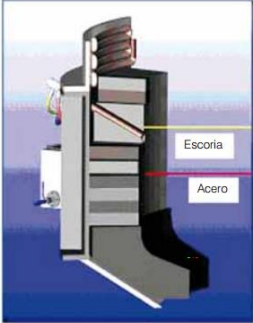
EQUIPO, PROCESO O ÁREA	Siderurgia y metalurgia: horno eléctrico de arco
CLASIFICACIÓN	iv) cambios en procesos productivos.
MEDIDA	Uso de la carga única
TAMAÑO DE LA EMPRESA A QUE APLICA:	Micro, pequeña, mediana, grande, todas
CIU QUE APLICA	24
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	
<p>Carga Única en el horno de carcasas. Se usa para disminuir la inversión y aumentar la productividad. Debido a que con el aumento del tamaño de los hornos, han crecido el número de cestas necesarias para completar la carga, esto genera una pérdida de productividad, (tiempo para el ascenso de los electrodos, el giro de la bóveda, la descarga de la cesta, nuevamente el giro de la bóveda y el descenso de los electrodos). Se ha encontrado además que la correcta preparación de la chatarra ayuda a incrementar su densidad aparente y disminuir el número de cestas necesarias. Se han diseñado hornos que permiten una sola carga.</p>	
DIAGRAMA DE LA MEDIDA (si aplica)	
<p style="text-align: center;">Diseño anterior (líneas rojas) y diseño modificado para admitir una carga única (líneas negras) en el horno de carcasas gemelas de SMI Butler [24]</p>	

POTENCIAL ESTIMADO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO

El consumo de energía se redujo en 30 kWh/t, y el tiempo con horno conectado disminuyó de 40 a 35 minutos. Se disminuyó la pérdida de acero que pasa al pote de escoria del 1,75% al 1,15%; aumentó vida de los deltas de bóveda de 445 a 945 coladas. El consumo de electrodos bajó a 1,27 kg/t (incluyendo roturas).

ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO DE LA MEDIDA

BC	1	t chatarra
Pre calentamiento		
Ahorro	30	kWh/t
Combustible	\$/kWh	\$ Ahorro/t
EE	395	11.850

EQUIPO, PROCESO O ÁREA	Siderurgia y metalurgia: horno eléctrico de arco
CLASIFICACIÓN	iii) reconversión o actualización tecnológica.
MEDIDA	La incorporación de inyectores de cal
TAMAÑO DE LA EMPRESA A QUE APLICA:	Micro, pequeña, mediana, grande, todas
CIU QUE APLICA	24
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	
<p>Recientemente se han incorporado inyectores de ca, en este campo los avances han sido muy importantes. La introducción de inyectores de oxígeno, carbono y gas natural a través de las paredes del horno permiten eliminar la introducción de lanzas por la puerta de trabajo. Procura bajar el consumo global de cal, tener pérdidas menores de finos de cal hacia el sistema de evacuación de humos, control de la escoria durante el proceso, disminuir la presencia de finos y polvos dentro del equipo de la acería y sus consecuencias en cuanto a salud ocupacional. En la implementación de los inyectores de cal, se requirió mejoras en el diseño del dispenser, para que tengan mayor proximidad a la escoria, así mismo, la implementación de una franja granulométrica de cal apropiada para tener consistencia en la inyección y una disolución más rápida.</p>	
DIAGRAMA DE LA MEDIDA (si aplica)	
<p style="text-align: center;"><small>Izquierda: ubicación de los inyectores de cal y oxígeno. Derecha: posicionamiento del inyector de cal para incorporación rápida a la escoria [25]</small></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div>	

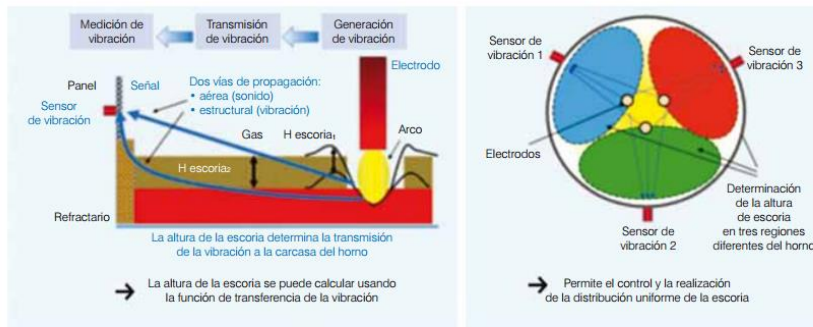
EQUIPO, PROCESO O ÁREA	Siderurgia y metalurgia: horno eléctrico de arco
CLASIFICACIÓN	iii) reconversión o actualización tecnológica.
MEDIDA	Automatización, control de proceso y robots: control en línea de escoria espumosa.
TAMAÑO DE LA EMPRESA A QUE APLICA:	Micro, pequeña, mediana, grande, todas
CIU QUE APLICA	24

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA

Control en línea de escoria espumosa. Se evalúa la escoria espumosa mediante sistemas de medición del ruido, variables eléctricas y vibraciones de la carcasa del horno. Lo anterior se ha utilizado para la toma de decisiones en el proceso y para la regulación de adición de carbono, lo que regulariza la operación del horno, ahorrando energía

DIAGRAMA DE LA MEDIDA (si aplica)

Sistema de medición de la altura de la escoria espumosa basado en la medición de vibraciones en tres puntos de la carcasa del horno



Izquierda: Principio de medición. Derecha: Determinación de la distribución espacial de la altura de la escoria [29].

POTENCIAL ESTIMADO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO

ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO DE LA MEDIDA

EQUIPO, PROCESO O ÁREA	Siderurgia y metalurgia: horno eléctrico de arco
CLASIFICACIÓN	iii) reconversión o actualización tecnológica,
MEDIDA	Automatización, control de proceso y robots: Control dinámico del proceso mediante el análisis de los gases de salida y otros sensores.
TAMAÑO DE LA EMPRESA A QUE APLICA:	Micro, pequeña, mediana, grande, todas
CIU QUE APLICA	24
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	
<p>Control dinámico del proceso por el análisis de los gases de salida. Permite predecir la temperatura y carbono finales de manera equivalente al control dinámico que se realiza en los convertidores al oxígeno y para otros propósitos de control de procesos. Se calcula la energía neta suministrada al horno y se determina una variable a la que se denomina «progreso de la fusión», en porcentaje. Este valor, en combinación con modelos que corren en tiempo real, provee la base para la predicción de la temperatura. Los datos obtenidos pueden permitir, por ejemplo, bajar el consumo de gas natural o incrementar el oxígeno para mejorar el balance energético en los períodos en que hay alto porcentaje de CO y H₂, ya que se pierde energía en el gas de escape.</p>	
DIAGRAMA DE LA MEDIDA (si aplica)	
<p style="text-align: center;">Esquema de un sistema de determinación del análisis químico, presión y temperatura de humos de horno eléctrico</p> <p style="text-align: center;">Sonda para muestreo de gas Sonda para presión estática Espectrómetro de masa para análisis de gases Pirómetro para medir temperatura del gas</p>	

POTENCIAL ESTIMADO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO		
Se estima un ahorro del 5% de energía en el proceso global		
ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO DE LA MEDIDA		
BC	1,00	Mkcal
Automatización y control		
Ahorro	5%	
Ahorro	0,05	Mkcal
Combustible	\$/Mkcal	\$ Ahorro
Carbón	34.450,4	1.722,5

9.3.7 Sustitución de combustibles

CLASIFICACIÓN	i) Sustitución de energéticos.
EQUIPO, PROCESO O ÁREA	Calderas
MEDIDA	Implementar caldera de biomasa (Pellets)
TAMAÑO DE LA EMPRESA A QUE APLICA:	Micro, pequeña, mediana, grande, todas
CIU QUE APLICA	19,20,21,22
<p>DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA</p> <p>Usan combustible vegetal normalmente procedente de residuos para producir el calor. Son consideradas calderas de energía renovable. Estas calderas consumen pellets, combustible ecológico y renovable, que no contribuye al efecto invernadero. Algunas ventajas son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reciben subvenciones • Elevado rendimiento (91%) • Son flexibles en cuanto a la instalación, ya que brindan diferentes posibilidades, en cuanto a tamaño y ubicación de almacenaje de los pellets. • Trabajan a altas temperaturas, sin problemas de condensaciones. • Garantizan la máxima seguridad gracias a sus distintos dispositivos contra incendio. • Trabajan a una temperatura de impulsión de entre 38 y 80°C. • Bajo mantenimiento gracias al mecanismo de auto limpieza, a un alto volumen de retirada del polvo y un amplio cajón de recogida de cenizas. • Quema variable, de 3 a 23 kW proporcionando la cantidad correcta de calor en el tiempo adecuado. • Una sonda lambda analiza el humo desprendido en proceso de la combustión para saber qué cantidad de oxígeno debe aportar para optimizar al máximo el proceso. 	

DIAGRAMA DE LA MEDIDA (si aplica)



POTENCIAL ESTIMADO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO

- Emplear biomasa como combustible es una alternativa ecológica, ya que se usan residuos forestales, disminuyendo así el riesgo de incendio y la acumulación de desechos. Sus beneficios se evalúan en términos ambientales frente a los combustibles fósiles, por ser neutras en emisiones de CO₂ y baja emisión de SO_x y NO_x

ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO DE LA MEDIDA

No se tiene información para el caso colombiano del empleo de este tipo de combustible, su competidor directo es el carbón que es el combustible sólido más económico, pero con alto impacto ambiental. En el escenario europeo, al usar pellets para calefacción doméstica en invierno el costo del combustible frente al Fuel Oil se reduce de 2000€ a 800 €

10. ESTRATEGIA PARA LA REDUCCIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL SECTOR INDUSTRIAL CIU 19 A 31

10.1 PROYECTOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y GENERALIDADES NORMATIVAS Y REGULATORIAS

Los proyectos de eficiencia energética que se encuentran en el sector industrial están generalmente dentro una o varias de las siguientes categorías:

- Buenas prácticas
- Operación y Mantenimiento
- Monitoreo y Control
- Control de procesos
- Actualización tecnología de equipos y procesos

Dentro de la categoría de buenas prácticas se encuentran la operación de los equipos de acuerdo a criterios del uso eficiente fijados por los fabricantes de los equipos y en concordancia con los requerimientos de los procesos productivos. Se encuentran también en esta categoría las acciones de Mantenimiento Preventivo que permiten aumentar la confiabilidad de la operación de los mismos y evitan los riesgos sobre la seguridad de los operarios de mismos. El monitoreo y control y más allá, el control de los procesos, busca ajustar la operación de los equipos en las condiciones que brinden la máxima oportunidad, confiabilidad y seguridad en el servicio y funciones que prestan los diferentes equipos en una planta.

La actualización de tecnología busca conseguir y poner en operación los equipos y líneas de producción más eficientes en términos productivos pero también términos de consumo de insumos de producción, incluyendo la energía y el agua, y produciendo la menor afectación ambiental tanto en el ambiente de la planta como en el entorno de la misma. En esta categoría entran las propuestas de cambio o reemplazo de equipos.

Desde el punto de vista normativo y regulatorio, los empresarios pueden acometer medidas de eficiencia energéticas de cualquiera de las diferentes categorías pero tienen que tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Interacción con los prestadores de los servicios de energía. En este caso es preciso diferenciar el suministro de energía eléctrica, el de gas natural, carbón y otros desechos combustibles.
 - En el caso de la energía eléctrica, es necesario considerar la interacción con la empresa distribuidora porque los excedentes de energía eléctrica en sistemas de autogeneración (y cogeneración) puede retornar a la red. En este caso vale la regulación vigente que se aplica para la cogeneración (Resoluciones de la CREG) y la normatividad que se está desarrollando en el contexto de la Ley 1715 de 13 de

- mayo de 2014 para los excedentes de autogeneración. También es necesario el acatamiento de todas las normas técnicas de obligatorio cumplimiento en la interacción de la red de la distribuidora local.
- En el caso de la autogeneración con equipos electromecánicos es necesario considerar la normatividad vigente para la operación de estos equipos (niveles de contaminación auditiva) y manejo y disposición final de materiales y efluentes de la operación de los equipos.
 - En el caso del gas natural, las normas y regulaciones vigentes propias de la utilización de este combustible.
 - En el caso del carbón, es necesaria la adecuación de los patios de carbón o lugares de depósito de los mismos, el manejo apropiado de los mismos para evitar la auto ignición y los equipos necesarios para controlar eventuales incendios. Pero también es necesario tener en cuenta la normatividad vigente sobre las emisiones de los equipos tanto de humos, inquemados, material particulado y otros contaminantes, así como la disposición final de los residuos de combustión.
 - En el caso de la utilización de materiales aislantes, como cambio de aislantes de fibra de vidrio, lana mineral u otros, la adecuada disposición final de los materiales reemplazados. En el caso de la instalación las normas de seguridad y salud ocupacional para los empleados que realizan estas labores. Igualmente en el caso de cambio de refrigerantes del tipo CFC's por HFCs, es necesario atrapar los CFC's y disponerlos finalmente en plantas de procesamiento apropiadas (de las cuales próximamente entrará una en operación en la Sabana de Bogotá).
 - Medio Ambiente, Salud ocupacional y Seguridad industrial. Entran en necesario cumplimiento la normatividad y la regulación relacionada con estos aspectos.

En conclusión, las plantas industriales pueden desarrollar cualquier iniciativa de EfE pero deben cumplir la normatividad y la regulación vigente con los suministradores de los energéticos, las cuales son de conocimiento de estas empresas, principalmente las de energía y gas, y la normatividad y regulación ambiental, la de salud ocupacional y la de seguridad industrial.

10.2 EVOLUCIÓN DEL MARCO LEGAL Y REGULATORIO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

La Eficiencia Energética (EfE)⁵⁵ fue un tema introducido en la década de los ochenta en diferentes presentaciones promovidos en Colombia por agencias de cooperación internacional. En esa época se dieron los primeros cursos de capacitación en EfE y también se adelantaron los primeros proyectos en algunas empresas colombianas (por ejemplo Bavaria, Ecopetrol, entre otras).

⁵⁵ Se emplea EfE para diferenciar este acrónimo del de la Energía Eléctrica (EE)

10.2.1 Ley 697 de 2001

En cuanto se refiere al Marco Legal y Regulatorio, la Ley 697 de 2001 marca el inicio del desarrollo del proceso de este Marco. Esta Ley declara el Uso Racional y Eficiente de la Energía (URE) como un asunto de interés nacional. Pero esta ley no tuvo un desarrollo regulatorio.

10.2.2 Resolución 180919 de 2010

Esta resolución, adopta un Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PROURE) y desarrolla planes indicativos a cumplir hasta el año 2015 para los sectores industrial, comercial y hogar. También propone la Gestión de la Energía como una línea estratégica para el sector industrial.

10.2.3 Ley 1715 de 2014

El pasado 13 de mayo fue sancionada y promulgada la Ley 1715 de 2014, “por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al sistema energético nacional”⁶. La ley 1715 de 2014 tiene como objetivo

Promover el desarrollo y la utilización de las fuentes no convencionales de energía, principalmente aquellas de carácter renovable, en el sistema energético nacional, mediante su integración al mercado eléctrico, su participación en las zonas no interconectadas y en otros usos energéticos como medio necesario para el desarrollo económico sostenible, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la seguridad del abastecimiento energético. Con los mismos propósitos se busca promover la gestión eficiente de la energía, que comprende tanto la eficiencia energética como la respuesta de la demanda.

La finalidad de la ley es establecer el marco legal y los instrumentos para la promoción del aprovechamiento de las fuentes no convencionales de energía, principalmente aquellas de carácter renovable, lo mismo que para el fomento de la inversión, investigación y desarrollo de tecnologías limpias para producción de energía, la eficiencia energética y la respuesta de la demanda, en el marco de la política energética nacional.

Igualmente, tiene por objeto establecer líneas de acción para el cumplimiento de compromisos asumidos por Colombia en materia de energías renovables, gestión eficiente de la energía y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, tales como aquellos adquiridos a través de la aprobación del estatuto de la Agencia Internacional de Energías Renovables (Irena) mediante la Ley 1665 de 2013.

⁶<http://wsp.presidencia.gov.co/Normativa/Leyes/Documents/LEY%201715%20DEL%2013%20DE%20MAYO%20DE%202014.pdf>. Descargada 9 Diciembre de 2014.

Se declara la promoción de las FNCE “**como un asunto de utilidad pública e interés social, público y de conveniencia nacional, fundamental para asegurar la diversificación del abastecimiento energético pleno y oportuno, la competitividad de la economía colombiana, la protección del ambiente, el uso eficiente de la energía y la preservación y conservación de los recursos naturales renovables.**”

Esta ley en materia de eficiencia energética busca:

- Incentivar la penetración de la eficiencia energética
- Establecer los criterios y principios que complementen el marco jurídico actual otorgando certidumbre y estabilidad al fomento de la gestión eficiente de la energía, suprimiendo o superando las barreras de tipo jurídico, económico y de mercado para el desarrollo de un mercado de eficiencia energética.
- Establecer el procedimiento y los requisitos para la expedición de la certificación de beneficios ambientales, para el otorgamiento de los beneficios tributarios por la gestión eficiente de la energía, conforme lo dispuesto en la presente ley y con base en los lineamientos de política energética en materia de eficiencia energética que establezca el 'Ministerio de Minas y Energía.
- Apoyar al Ministerio de Minas y Energía para velar por un desarrollo bajo en carbono del sector energético
- Fomentar las actividades de investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación

Más en particular, el Capítulo V versa sobre el Desarrollo y Promoción de la Gestión Eficiente de la Energía con las siguientes acciones:

- Promoción de la eficiencia energética (artículo 26). Desarrollo de una serie de instrumentos técnicos, jurídicos, económico-financieros, de planificación y de información, entre los que deberán contemplarse:
 - a) Plan de acción indicativo para el desarrollo del PROURE;
 - b) Reglamentaciones técnicas;
 - c) Sistemas de etiquetado e información al consumidor sobre la eficiencia energética de los procesos, instalaciones y productos ' y sobre el consumo energético de los productos manufacturados;
 - d) Campañas de información y concientización.

El Plan Indicativo del PROURE se establece como el instrumento del gobierno para promocionar la eficiencia energética. El Plan Indicativo deberá responder a una estructura sectorial y contendrá una relación de medidas e instrumentos para su ejecución en cada uno de los sectores identificados. Como mecanismo de apoyo podrá contemplar la suscripción de acuerdo voluntario con los diferentes agentes del mercado energético.

También el Ministerio de Minas y Energía y sus entidades adscritas facilitaran intercambio de conocimientos sobre buenas prácticas de eficiencia energética. El Plan Indicativo se dotará de medios financieros necesarios para la consecución de los objetivos aprobados con diversos mecanismos de financiación pero no limitados a ellos como son con cargo a impuestos y la asignación de partidas dentro de los presupuestos públicos.

Se crea también el fondo FENOGE (Fondo de Energías Renovables y Gestión Eficiente de la Energía) para financiar programas de FNCE y gestión eficiente de la energía. El fondo será reglamentado por el Ministerio de Minas y Energía y administrado por una fiducia seleccionada por el mismo Ministerio.

10.2.4 Beneficios de la Ley 1715

La Ley entonces se convierte en la actualidad en el instrumento más avanzado con que cuenta el país para que por medio de su reglamentación se desarrollen instrumentos apropiados para el fomento y desarrollo de la EfE en el país. La Ley se encuentra actualmente en proceso de reglamentación y dentro de este proceso se han hecho presentaciones de la misma en foros dirigidos a diferentes sectores de interés.

Los principales beneficio de la ley son la entrega de excedentes de la autogeneración, participación de la demanda e incentivos fiscales.

Esta Ley establece un nuevo escenario para el sector eléctrico favoreciendo el uso eficiente de los recursos energéticos y la diversificación de las fuentes tradicionales de energía eléctrica⁷. Se definen las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCER), como: “aquellos recursos de energía renovable disponibles a nivel mundial que son ambientalmente sostenibles, pero que en el país no son empleadas o son utilizadas de manera marginal y no se comercializan ampliamente. Se consideran FNCER la biomasa, los pequeños aprovechamientos hidroeléctricos, la eólica, la geotérmica, la solar y los mares. Otras fuentes podrán ser consideradas como FNCER según lo determine la UPME”.

Uno de los *principales beneficios* es la *autorización para entregar en la red excedentes de energía de los autogeneradores*, quienes hasta el momento únicamente podían producir energía eléctrica para su propio consumo, y por tanto debían desaprovechar los excedentes de energía que pudieran tener. La Ley extiende esta posibilidad a todos los autogeneradores independientemente del recurso energético que empleen en su proceso de generación, un cambio trascendental respecto a algunas de las versiones durante el trámite legislativo. Los *excedentes de energía* de los pequeños Autogeneradores que usen FNCER *se reconocerán como créditos de energía*, los cuales podrán ser negociados

⁷ <http://www.prietocarrizosa.com/es/noticias/nueva-ley-de-energ%C3%ADas-renovables>

Descargado 8 Diciembre 2014.

conforme la regulación que expida la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG). La Ley incorpora una nueva clasificación de autogeneradores: de pequeña y gran escala, aunque solo se refirió a la forma de entrega de energía de quienes sean calificados como de pequeña escala según los criterios que fije la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME).

Otro gran avance de la Ley 1715 es el envío de señales de precios de energía del Spot a la demanda nacional. Con esta inclusión se garantiza una real participación del usuario final de energía eléctrica en el mercado, en la medida que tendrá la oportunidad tomar decisiones de consumo según la señal de precio que observe principalmente en las horas pico. Hasta antes de la Ley, los consumidores finales no tenían acceso a esta información.

La *generación distribuida* también constituye una modificación importante del sector eléctrico respecto a cómo fue establecido en 1994. La nueva Ley permite que un generador cercano a un centro de consumo y conectado a un Sistema de Distribución Local (SDL) entregue energía directamente al usuario final.

El Congreso de la República aceptó las objeciones formuladas por el Presidente de la República, y aceptó no incluir el Gas Licuado de Petróleo (GLP) y el Gas de Esquisto como FNCER. Sin perjuicio de lo anterior, y dado que no fue objeto de objeción, se mantuvo la posibilidad de subsidiar la generación con GLP en zonas donde sea más eficiente este recurso en reemplazo del Diesel.

Por otra parte, los incentivos para las FNCER son:

- de carácter tributario, mediante deducciones en la declaración de renta de las inversiones relacionadas con estos fines;
- arancelarios, a través la exención en el pago de derechos arancelarios de importación de maquinaria y equipos destinados a este tipo de generación; y
- contables, en materia de depreciación acelerada de activos.

Finalmente, la Ley dispone la creación del Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía (Fenoge), con el que se podrán financiar total o parcialmente programas y proyectos dirigidos al sector residencial de estratos 1, 2 y 3, tanto para soluciones de autogeneración a pequeña escala, como para la promoción de *eficiencia energética y buenas prácticas*.

La UPME y la CREG quedan a cargo de la expedición de la regulación aplicable a las FNCER, a los nuevos esquemas de Autogeneración, y a las señales de precio a la demanda, entre otros. La Ley concedió doce (12) meses al Gobierno Nacional para expedir la reglamentación a su cargo.

La entrega de excedentes de los Autogeneradores, la respuesta de la demanda, la generación distribuida y los incentivos fiscales implican cambios trascendentales en el sector eléctrico actual y contribuyen a la posibilidad de diversificar la matriz energética del país

10.3 DESARROLLO DE CAPACIDAD EN GESTIÓN DE LA ENERGÍA

El interés por la EfE ha existido en las universidades nacionales desde hace más de dos décadas pero es desde 2002 se ha dado un esfuerzo mayor en el desarrollo de capacidad nacional.

10.3.1 Sistema de Gestión de la Energía

El Sistema de Gestión de la Energía (SGIE) es un modelo para la implementación de mecanismos y prácticas para la gestión de la energía⁸. Este sistema ha sido desarrollado en el periodo 2004-2007 con el apoyo de la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) y Colciencias. En este proyecto de introdujeron nuevos conceptos de eficiencia y productividad ay herramientas de gestión e indicadores.

10.3.2 Programa Estratégico Nacional PEN-SGIE

Este proyecto desarrollado entre 2010 y 2013 buscó mediante la asimilación, difusión, generación de nuevos conocimientos en gestión energética y nuevas tecnologías y la implementación del SGIE en empresas en cinco regiones del país. Los actores principales fueron universidades (15), empresas (más de 100 empresas beneficiadas) y el estado (Colciencias, UPME).

Como resultado de este programa, se capacitaron más de 400 gestores energéticos, más de 100 auditores ISO 50.001 y sensibilizados más de 400 gerentes y representantes de la industria.

10.3.3 Red de Conocimiento en EfE

Desde el presente año y hasta el 2017 se encuentra en desarrollo la Consolidación de la Red de Conocimiento en Eficiencia Energética, liderado por la Red Colombiana de Conocimiento en Eficiencia Energética (RECIEE). Se trata de un proyecto transversal en sistemas de gestión de energía así como en el desarrollo de ocho proyectos de soporte en líneas estratégicas para la energía en Colombia. Esta red y este proceso de consolidación cuentan con el apoyo de universidades y Colciencias.

10.3.4 Otros desarrollos

⁸ Prías, O. Gestión Integral de la energía en Colombia – Trayectorias e impactos en la Industria. Ppt. Presentación ante la AChEE (Agencia Chilena de Eficiencia Energética), Junio 6 de 2014. Santiago de Chile.

En el Instituto Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC) se ha establecido el CTN-248. Este comité responde a la necesidad de fortalecimiento de competencias de los gestores de energía. Se ha considerado que en el contexto país es más importante enfocar esfuerzos en procesos industriales antes que en edificaciones.

También la penetración de la norma ISO 50001 ha sido sobresaliente. Se han formado en el país más de 150 auditores internos ISO 50001, se ha implementado en SGIE en más de 50 empresas que se están preparando para obtener la certificación 50001.

10.4 POLÍTICA Y BARRERAS A LA EFE

Quando se busca establecer una política de EfE a nivel nacional, se suelen considerar como factores determinante la seguridad energética, el desarrollo económico y la competitividad, el cambio climático y la salud pública. El objetivo típico para cada uno de estos factores determinantes se da en la tabla siguiente.

Tabla 167. Factores determinantes de políticas nacionales de EfE

Factores determinantes de políticas nacionales de EE	
Factor determinante	Objetivo típico
Seguridad Energética	Reducir las importaciones de energía
	Reducir la demanda interna para maximizar las exportaciones
	Aumentar la confiabilidad del suministro de energía
	Controlar el crecimiento de la demanda de energía
Desarrollo económico y competitividad	Reducir la intensidad de la energía
	Mejorar la competitividad industrial
	Reducir los costos de producción
	Hacer mas accesquibles los costos de la energía para el cliente
Cambio climático	Contribuir a la mitigación y a los esfuerzos de adaptación mundiales
	Cumplir con las obligaciones internacionales en virtud de la
	Convención Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático
	Cumplir requerimientos o directivas supnacionales (p.e. UE)
Salud pública	Reducir la contaminación en interiores y la polución local

En el caso de Colombia, al hacer un análisis de factores determinantes sería cuestionable considerar como objetivos típicos la reducción de las importaciones de energía ya que el país es un exportador neto de la misma, o cumplir los requerimientos o directivas supranacionales, a no ser que se trate de los compromisos que establezca el gobierno nacional en el contexto de acuerdos y negociaciones internacionales. Los demás

objetivos con diferente grado de relevancia podrían ser considerados en el caso Colombiano.

Las barreras que frenan el desarrollo de la EfE son generalmente de tres tipos: de mercado, financieras y de información y sensibilización. Como ejemplos específicos se suelen tener las distorsiones de mercado y de precios de los energéticos, los altos costos de transacción para el desarrollo de los proyectos, los costos iniciales y los beneficios dispersos desmotivan a los inversionistas, falta de información adecuada.

Tabla 168. Barreras a la EfE

Barreras a la EE	
Barrera	Ejemplos
Mercado	Organización del mercado y la distorsión de precios evitan que los clientes evalúen positivamente la EE
	Dividir los problemas de incentivos creados cuando los inversionistas no pueden aprovechar los beneficios de un aumento de la eficiencia
	Los costos de transacción (el costo del desarrollo de los proyectos son elevados en relación al ahorro de energía).
Financieras	Los costos iniciales y los beneficios dispersos desalientan a los inversionistas
	La percepción de que las inversiones en EE son complicadas y arriesgadas, con altos costos de transacción
	La falta de conciencia de los beneficios financieros por parte de las instituciones financieras.
Información y sensibilización	Falta de información y comprensión suficientes, por parte de los consumidores, para hacer decisiones sobre el consumo racional y las inversiones apropiadas
Regulatorios e institucionales	Tarifas de la energía que desalientan la inversión EE (como los precios de la disminución de bloque). Estructuras de incentivos alientan a los proveedores de energía a vender energía en vez de invertir en
	Estructuras de incentivos alientan a los proveedores de energía a vender energía en vez de invertir en medidas costo-efectivas de EE
	Sesgo institucional hacia las inversiones del lado de la oferta.
Técnica	La falta de técnicas asequibles tecnologías de EE adecuadas a las condiciones locales.
	Escasa capacidad para identificar, desarrollar, implementar y mantener las inversiones en EE.

Un análisis de las principales barreras en el caso colombiano realizado por O. Prias, considera las siguientes⁸:

- Las industrias realizan proyectos de EE pero no en forma sistemática y enfocada solamente a equipos de uso final sin considerar procesos y sistemas.
- El nivel estratégico de las organizaciones sin interés en la gestión de la energía.

- La energía no es considerada como factor de productividad.
- No existen sistemas de medición de energía en relación con la producción
- No existían políticas ni responsables para gestión de la energía

Otros desarrolladores de proyectos indican las siguientes:

- No existencia de un Sistema de Gestión Integral de la Energía o un sistema equivalente. En el nivel estratégico de las empresas no se ha considerado la gestión de la energía como un factor de productividad y competitividad. Por tanto no han establecido ni adoptado políticas ni indicadores y tampoco disponen de un plan de medidas de uso eficiente de la energía.
- El tema de la energía esta generalmente en manos de mantenimiento. Es necesario adoptar figuras como la del Utility Manager en las empresas que comprende la problemática de la energía en las empresas.
- Actualmente existen diferentes fuentes de financiación para proyectos de EfE. Los créditos de segundo piso disponibles resultan con frecuencia costosos y administrativamente complejos. Se prefiere recurrir a los bancos directamente o recurrir a recursos propios.
- Falta de simplicidad y agilidad en el trámite de beneficios otorgados por el estado
- Ausencia de una cultura de la EfE en las empresas tal como si se ha desarrollado en otros sectores de la sociedad como son la de seguridad con el RETIE (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas) o la NSR-10 (Norma de Diseño Sismo-resistente para Colombia).
- La capacitación de los operadores de los equipos está orientada al funcionamiento y operación de los equipos en las empresas con poco conocimiento de las implicaciones energéticas de la operación inapropiada de los equipos.
- Proyectos de EfE enfocados en los equipos de apoyo para los procesos industriales antes que en la producción.
- Proyectos enfocados en la sustitución de equipos de uso final. Este tipo de proyectos de EfE proviene principalmente de los distribuidores de equipos que hacen un estudio de los costos y ahorros de la energía empleada y en sus propuestas recomiendan sus productos haciendo una comparación de costos y periodo de repago de la inversión.
- Para la ejecución de proyectos de alguna envergadura, cuando se requieren hacer estudios de factibilidad, no se dispone de recursos pre inversión.
- Falta know how en EfE. Es un problema estructural que indica que hay capacitar el personal sobre cómo hacer estudios de viabilidad técnico-económica que sean bancables. Lo anterior incluye entre otros temas la comprensión de los procesos y de los equipos de uso final, la realización de mediciones, selección de alternativas y de equipos.

- Los estudios de factibilidad tienen costos que no se quieren asumir. La gente no quiere hacer la pre-inversión y quiere pasar de la cotización a la inversión.
- Los estudios de factibilidad se cambian con frecuencia por cotizaciones de empresas que venden equipos

Un factor positivo que favorecería el desarrollo de la EfE está en la evaluación de los proyectos realizados exitosamente mediante la Medición, Verificación y Reporte (MVR). Esto es, la evaluación expost de los proyectos exitosos realizados por terceras partes y su difusión son una manera muy positiva y constructiva para promover la EfE.

También la evaluación de proyectos no exitosos y de los factores que incidieron en ese resultado, son una fuente de aprendizaje y una manera de evitar futuros proyectos que contribuyan de manera negativa al desarrollo de la EfE.

10.4.1 Restricciones en cogeneración

En el desarrollo de los proyectos es necesario considerar no solamente las barreras sino también las restricciones que surgen. Se ilustra este tema con el caso de la cogeneración para ejemplificar esta temática.

Si bien dentro de una planta, la empresa propietaria puede realizar las Medidas de Eficiencia Energética que considere convenientes, es necesario tener en cuenta las restricciones que surgen al interactuar la empresa con los proveedores de electricidad y combustibles. Para ilustrar esta temática se consideran a manera de ejemplo las restricciones que surgen en un proyecto de cogeneración. Estas son:

- Limitación de la red de gas natural / hay puntos que están saturados y no tienen capacidad adicional.
- Cambios en la Estación de Regulación y Medición del cliente. Si por ejemplo tiene una demanda de 500 m³/día y pasa a 1500 m³/día, ese cambio cuesta aproximadamente 150 M\$
- Por regulación de la CREG, las presiones de los sistemas de las redes de distribución en red de acero se garantiza 250 psi. Cuando la presión de entrega es superior, por ejemplo, de 275 a 300 psi, para garantizar la presión entonces se requiere de compresión, con cargo al proyecto.
- Cambio de tarifa. Un programa de EfE puede causar disminución del consumo y cambio tarifario, que desestimula la ejecución del proyecto. El límite para un usuario no regulado son 100.000 pcday. Si la demanda se reduce por causa del proyecto de EfE, el usuario se vuelve usuario regulado. Esto constituye un desincentivo al proyecto por cambio tarifario.
- Los periodos de retorno de 7 a 10 se suelen considerar como altos.

- Las señales de disponibilidad a largo plazo. Los contratos de suministro de gas son solo de 5 años. Si un proyecto es viable a 7 años, no hay tarifa de 5 a 7 años y por tanto es un factor que obstaculiza la ejecución del proyecto.
- Señales alarmantes de mercado. Por tener posiciones de sector se daña el mercado futuro.

10.4.2 Oportunidades para la EfE

De acuerdo a expertos que trabajan en el sector energía eléctrica y gas natural, todas las empresas grandes de bebidas, alimentos, industria textil y plásticos, cemento, entre otras, hay interés por la EfE. En estas industrias hay demanda de servicios para corregir la mala operación y utilización de los equipos. Se encuentra sin embargo que en varias se da un nivel bajo de mantenimiento y de conocimiento sobre el tema energético y la EfE, todos elementos de cultura que no se han creado en las organizaciones y en las empresas.

Los proveedores de productos son los que han liderado iniciativas de EfE y han empleado como atractivo a sus propuestas el obsequio de sus diagnósticos, los cuales han logrado en varios casos la desmotivación para la ejecución de los proyectos.

10.4.3 Financiación de proyectos y retorno a la inversión

Como mencionado anteriormente, existen líneas de financiación para la ejecución de los proyectos, los cuales si son de la banca de segundo piso algunos industriales los consideran costosos y prefieren recurrir a su banco de primer piso o a recursos propios. Es también de anotar que para proyectos relativamente grandes, hay poca disponibilidad en el mercado para los recursos de preinversión.

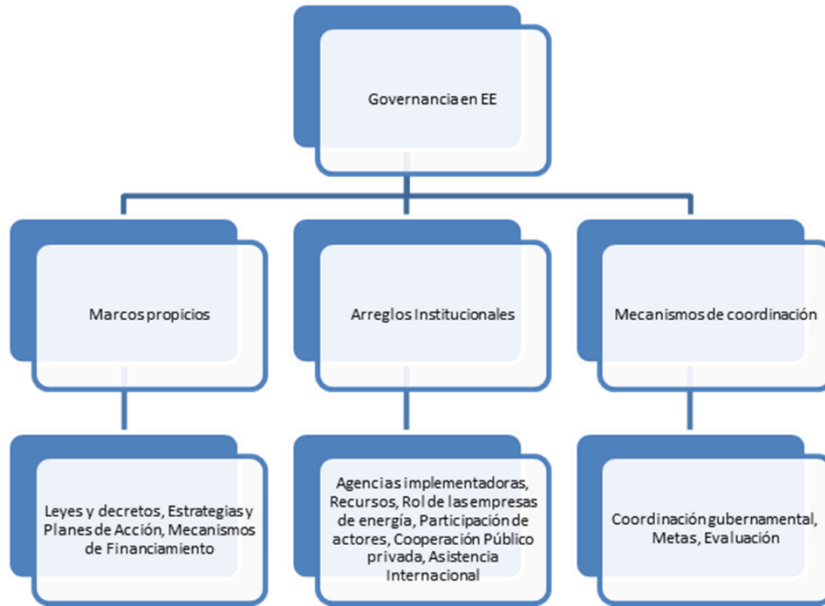
Se encuentra en general, que muchas de las medidas de “good housekeeping” (o buenas prácticas), empleando mediciones simples y termografías, conducen a la aplicación de medidas que tienen periodos de retorno muy cortos (de un año o aún menos). Pero también se ha encontrado que en algunos proyectos ha habido además de la reducción del consumo de energía aumentos en productividad y reducción de la accidentalidad y salud ocupacional que los empresarios han valorado superiores a los beneficios de la EfE. Es por tanto digno de tener en cuenta en los proyectos de EfE la magnitud de los cobeneficios derivados de los proyectos.

10.5 FORTALECIMIENTO DE LA GOBERNANZA EN EFICIENCIA ENERGÉTICA

Se considera que uno de los factores clave para el desarrollo de una política, estrategia e implementación eficaz y eficiente de la EfE es el fortalecimiento de la Gobernanza en Eficiencia Energética.

La gobernanza en Eficiencia Energética es la combinación de los marcos legislativos y los mecanismos de financiación, los arreglos institucionales y mecanismos de coordinación, que trabajan juntos para apoyar la implementación de estrategias de eficiencia energética, las políticas y programas (Ver Figura)

Tabla 169. Componentes de la gobernanza en EfE



Uno de los elementos clave es el desarrollo de un Marco Legal y Regulatorio porque puede:

- **orientar** las políticas de eficiencia energética, indicando los objetivos generales del gobierno, así como las políticas y estrategias para alcanzarlos;
- **constituir una base jurídica** para las regulaciones, tales como los códigos de construcción, etiquetado de electrodomésticos o normas mínimas de eficiencia, y actividades obligatorias (por ejemplo auditorías o inversiones);
- **asignar** la responsabilidad de la elaboración de normas o la aplicación de los programas, que en algunos implica el establecimiento de nuevos organismos o instituciones;
- **asignar los fondos necesarios y los mecanismos de financiación** para las actividades de eficiencia energética.

En la concepción de la estrategia y de los planes de acción es conveniente tener la orientación de preguntas clave como son por ejemplo:

- ¿Las estrategias nacionales y planes de acción contribuyen a la gobernabilidad de la eficiencia energética?
- ¿Cuáles son los elementos clave de una estrategia de EE?
- ¿Qué aspectos deben abordarse en el desarrollo de una estrategia de EE?
- ¿Qué pautas se pueden sugerir para un proceso de desarrollo de la estrategia de EE?

Pero también la estrategia debe

- Desarrollar una visión de alto vuelo y largo plazo, pero complementar con planes programáticos y de acción a corto plazo;
- Desarrollar una base analítica sólida;
- Articular propósitos, metas y objetivos;
- Incorporar metas cuantitativas con plazos concretos, tanto a largo como a corto plazo;
- Identificar los factores internos y externos que puedan afectar el éxito;
- Ser integrales e intersectoriales;
- Asegurar la integración con otras políticas;
- Identificar los recursos necesarios para convertir la estrategia en acción;
- Priorizar los sectores de consumo y las medidas de política;
- Identificar las acciones y asignar responsabilidades;
- Proporcionar seguimiento de los resultados, las revisiones y actualizaciones;

Facilitar la participación de los interesados y crear el consenso político para adelantar las acciones a nivel gubernamental encaminadas al desarrollo y fortalecimiento de la gobernanza en EfE.

10.6 ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO DE LAS ALTERNATIVAS

10.7 MODELO DE EVALUACIÓN

Para el análisis económico y financiero de las alternativas de eficiencia energética propuesta se desarrolló un modelo de análisis que se implementó en Excel y que se describe a continuación:

10.7.1 Objetivo del modelo

El presente modelo realiza un análisis individual y grupal de acuerdo a la selección de datos que se realizó, con el fin de identificar el impacto de la eficiencia energética en la industria analizada. Se identifica la matriz de consumo por fuente energética, desagregándola por el uso que esta hace dentro de la industria, con el fin de proponer el driver adecuado que permita la optimización de la eficiencia energética, mejorando consumos y GEI.

Finalmente se realiza una evaluación económica de la inversión requerida para alcanzar la optimización de la eficiencia energética, partiendo de dos aspectos importantes. La primera recuperación de la inversión en meses y el segundo, el costo de la energía ahorrada.

10.7.2 Estructura del modelo

En primera medida el modelo consta de 2 bases de datos en las cuales se registrará la información obtenida de las visitas técnicas a las empresas y de los estudios de eficiencia energética realizados por Corpoema.

En la primera base, hoja "**BASE DE DATOS1 (Info y tarifas)**" se podrán registrar los datos de identificación de cada una de las empresas incluyendo el nombre de la organización, los datos de ubicación, tamaño de la empresa, las fuentes de energía utilizada (Energía Eléctrica, Gas Natural, GLP, Carbón, Diesel, etc), tarifa, consumo, nivel de tensión, etc. Luego de esto se incluirán los usos finales por tipo de energía destacando su participación y consumo tal y cómo se muestra en el siguiente ejemplo, donde solo se muestra dos fuentes de energía, la eléctrica y térmica.

Eléctrico

Uso Final	Participación	Consumo (Tcal)	(Gcal)	(Kcal)
Calor Directo	30,26%	0,0737	73,7020	73.701.958,0320
Calor Indirecto		-	-	-
Fuerza Motriz	64,38%	0,1568	156,8054	156.805.421,6160
Iluminación	0,25%	0,0006	0,6089	608.905,8000
Refrigeración	4,53%	0,0110	11,0334	11.033.373,0960
Aire Acondicionado		-	-	-
Otros	0,58%	0,0014	1,4127	1.412.661,4560
TOTAL	100,00%	0,2436	243,5623	243.562.320,0000

Térmico

GLP

Uso Final	Participación	Consumo (Tcal)	(Gcal)	(Kcal)
Calor Directo	100,00%	0,0023	2,3049	2.304.864,0000
Calor Indirecto		-	-	-
Fuerza Motriz		-	-	-
Otros		-	-	-
TOTAL	100,0%	0,0023	2,3049	2.304.864,0000

Se establecerá una matriz de usos finales combinando los tipos de energía utilizados mostrando su participación y consumo:

Matriz

Uso Final	Participación	Consumo (Tcal)	Consumo (Gcal)	(Kcal)
Calor Directo	30,91%	0,0760	76,0068	76.006.822,0320
Calor Indirecto	0,00%	-	-	-
Fuerza Motriz	63,78%	0,1568	156,8054	156.805.421,6160
Iluminación	0,25%	0,0006	0,6089	608.905,8000
Refrigeración	4,49%	0,0110	11,0334	11.033.373,0960
Aire Acondicionado	0,00%	-	-	-
Otros	0,57%	0,0014	1,4127	1.412.661,4560
TOTAL	100,0%	0,2459	245,8672	245.867.184,0000

En la segunda base, hoja **“BASE DE DATOS 2 (Consumos)”** se podrán registrar las propuestas de eficiencia energética por tecnología (Driver) las cuales comprenden el reemplazo de motores en caso de que el motor sea pequeño o la adquisición de variadores en caso de que se utilice un motor grande, con el fin de calcular la eficiencia energética.

Datos como la inversión requerida, el ahorro de energía propuesto dadas tres opciones: corto, mediano y largo plazo, las acciones necesarias para llegar a estas metas de ahorro también se incluyen. El modelo reflejará la siguiente información, tomando como ejemplo las propuestas dirigidas a la eficiencia en el consumo de energía eléctrica:

Implementación	Área o proceso	Energía Eléctrica consumida (Tcal/año)	Participación (%)	GLP Consumido (Tcal/año)	Participación (%)	Opciones Tipo A - Meta a 2015			Opciones Tipo B - Meta a 2017			Opciones Tipo C - Meta después de 2017			
						Porcentaje estimado de ahorro	Ahorro de energía a la fecha (Tcal/año)	Acciones	Porcentaje estimado de ahorro	Ahorro de energía a la fecha (Tcal/año)	Acciones	Porcentaje estimado de ahorro	Ahorro de energía a la fecha (Tcal/año)	Acciones	
Administrativas	Toda la empresa	0,0014	0,58%			5,00%	0,0123	Indicadores y Seguimientos	5,00%	0,0123	Implementación del sistema de gestión de la energía (ISO 50001)				
						3,00%	0,0074	Protocolos de Mantenimiento							
						2,00%	0,0049	Buenas Prácticas Operativas							
Calor Directo	Inyección, extrusión, sellado	0,0737	30,26%			5,00%	0,0037	Aislamiento de equipos con resistencia eléctrica de calefacción	7,00%	0,0052	Pinturas atérmicas como aislantes				
	Termoformado			0,0023	100,00%	2,00%	0,0000	Buenas prácticas: disminución de aberturas y fugas desde y hacia el interior del horno	2,00%	0,0000	Actualización de los aislamientos térmicos				
Fuerza Motriz	Compresor	0,1568	64,18%			10,00%	0,0020	Poner a punto el nivel de presión y control de fugas de 30% a 10%	0,00%	0,0000	Variadores, control y programación	25,00%	0,0051	Cambios en el diseño y nuevos materiales de ductos, desde situación actual con fugas de 30%	
	Inyección, extrusión, acabado del producto					5,00%	0,0068	Buenas prácticas, mantenimiento.	15,00%	0,0168	Variadores de frecuencia en otros motores, bandas transportadoras, molinos, proceso, etc.				
Iluminación	Toda la empresa	0,0006	0,25%			15,00%	0,0001	Buenas Prácticas, sensores, interruptores horarios, zonificación							
Refrigeración	Chiller	0,0110	4,53%			10,00%	0,0011	Buenas prácticas, mantenimiento, puesta a punto del sistema, control de fugas y aislante	5,00%	0,0006	Variadores en ventiladores y bombas	3,00%	0,0003	Control de la presión de succión y automatización del proceso	
Otros Usos	Equipos Ofimáticos														
TOTAL		0,2436	100,00%	0,0023	100,00%		0,0384			0,0349			0,0054		

En la hoja **“MODELO”** encontramos un resumen por empresa. Los datos básicos de la empresa, los consumos y usos actuales se llevarán automáticamente escogiendo el ID de la empresa en la celda correspondiente. En el módulo de cogeneración de energía eléctrica se debe escoger la tecnología que utiliza la empresa para cogenerar con el fin de traer los valores de consumo de energía eléctrica por máquina y GEI actual, igualmente se calculan los ingresos que pueda tener la industria por venta de energía, realizando una aproximación a los derechos que puede tener una industria de vender los excedentes de energía en la red (Ley 1715 de 2014).

10.7.3 Estandarización de conceptos

Algunos campos se estandarizaron para evitar errores en la digitación y facilitar el trabajo del ingreso de datos. En la hoja **“FILTROS ESTANDARIZADOS”** se encuentran los campos que se podrían estandarizar así como las correspondientes listas de opciones.

Los siguientes campos están estandarizados en el modelo:

- Código CIU
- Nivel de tensión actual
- Tipo de usuario
- Comercializador de energía
- Operador de red
- Contribución (SI/NO)
- Tarifa monomía (SI/NO)
- Cambia nivel de tensión (SI/NO)
- Nivel de tensión nuevo
- Cogenerador (SI/NO)

De este modo quien digite la información podrá escoger una lista de opciones para llenar los campos detallados arriba.

Existen algunos campos que **pueden** ser estandarizados de acuerdo a la información disponible por la auditoria para decidir qué opciones pueden ir en la lista de estos campos o si por el contrario no se pueden estandarizar:

- Eficiencia energética (ej. Energética, Térmica, etc.)
- Driver (Tipo de máquina (Motores eficientes) o tecnología (Variadores))
- Zona/área (Administrativa, producción, comercial, etc.)
- Propuesta de eficiencia (Nuevas prácticas, cambio de tecnología, sustitución de energéticos, instalación de variadores y/o motores eficientes etc.)
- Tecnología utilizada para cogenerar energía eléctrica
- Propuesta de eficiencia energética en la cogeneración.
- Etc.

10.8 EVALUACIÓN ECONÓMICA

De acuerdo a las inversiones requeridas correspondientes a las propuestas de eficiencia energética y las metas de ahorro establecidas se evaluará la viabilidad financiera de éstas opciones de ahorro, determinando los flujos de caja y el tiempo que la empresa le tomaría recuperar la inversión. Además se calculará el costo de la energía ahorrada determinada por la siguiente fórmula:

$$\text{Costo de la Energía Ahorrada} = \frac{(\text{Costo de la Implementación}) * (\text{Tasa de interés})}{(\text{Energía ahorrada}) * (1 + \text{Tasa de interés})^{\text{Tiempo de vida del motor}}}$$

De acuerdo a estas dos consideraciones, se tienen herramientas para realizar una evaluación objetiva que optimizaría la eficiencia energética en la industria.

Como un ejemplo analizaremos el caso de los VSDs (variadores de velocidad en los motores) que es la oportunidad de ahorro energético más grande en el sector industrial. También analizaremos el caso de la sustitución de motores convencionales por motores eficientes.

10.8.1 Variadores de velocidad VSDs

Con precios en pesos de los drivers para cada capacidad de motor disponibles en Bogotá, consultando a varios proveedores como Delta, Siemens, Yaskawa y otros presentamos algunos resultados de los análisis. Para los cálculos se toman los siguientes parámetros básicos.

Tasa de Interés 12%

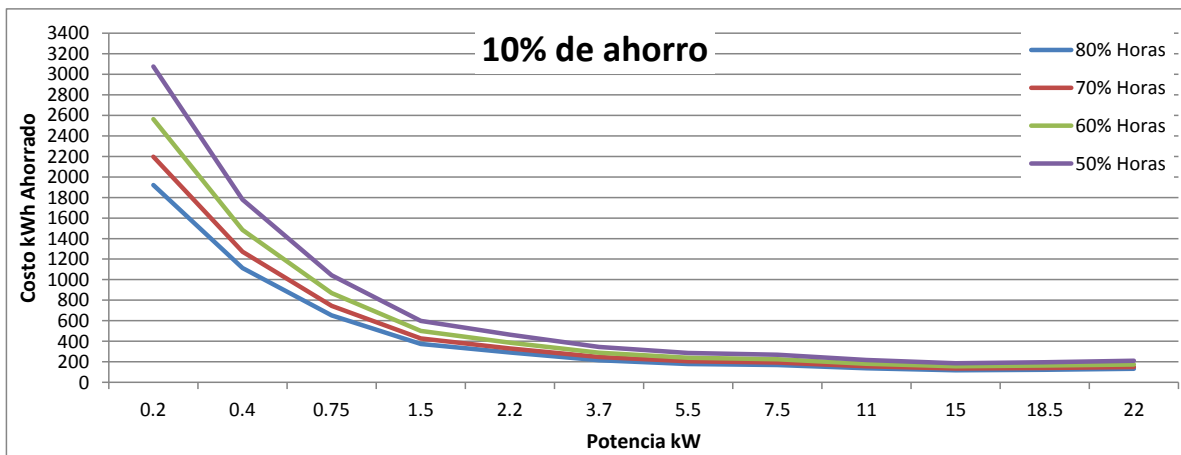
Años vida 10

El ahorro de energía dependerá entonces del número de horas al año de operación del motor y del % de ahorro logrado con el driver, el cual depende de la aplicación, si son ventiladores y bombas ese porcentaje es de 35% en promedio y si se trata de otros motores, como bandas transportadoras, molinos, motores de proceso, etc este porcentaje será en promedio del 15%. También se asume que el costo de instalación es del 10%.

El costo específico del variador en \$/kW resulta más grande para motores pequeños que para motores grandes.

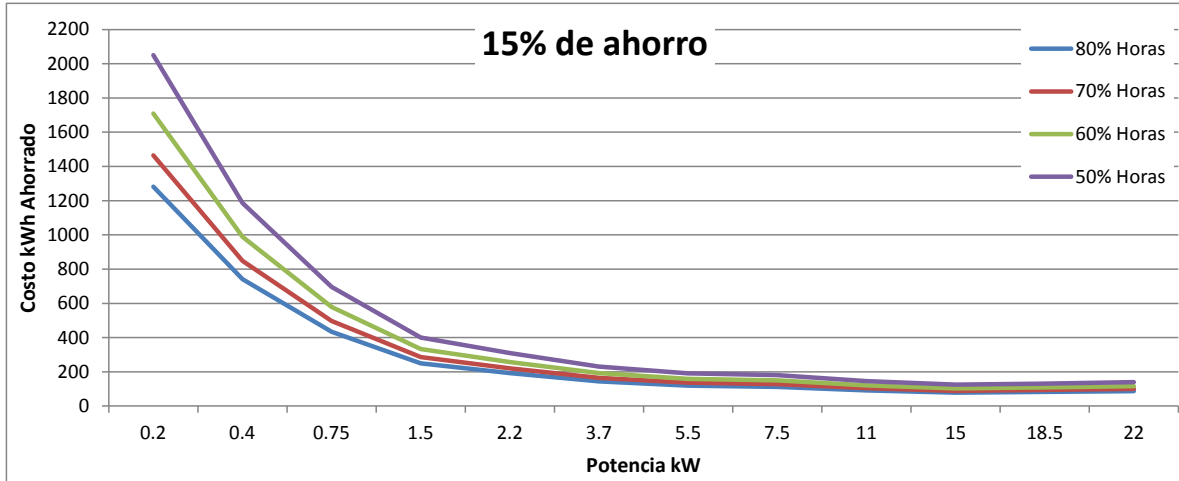
Se calcula entonces el costo del kWh ahorrado de acuerdo a la formula anterior y los resultados son los siguientes:

Figura 162. Costo del kWh ahorrado en función del tamaño del motor y parametrizando el número de horas de operación al año, asumiendo que la aplicación presenta una reducción promedio del consumo de energía del 10%



Se observa que para motores grandes, mayores de 15 kW el costo se acerca a los 200 \$/kWh y puede ser menor, siempre y cuando el número de horas de operación sea superior a 60%.

Figura 163. Costo del kWh ahorrado en función del tamaño del motor y parametrizando el número de horas de operación al año, asumiendo que la aplicación presenta una reducción promedio del consumo de energía del 15%

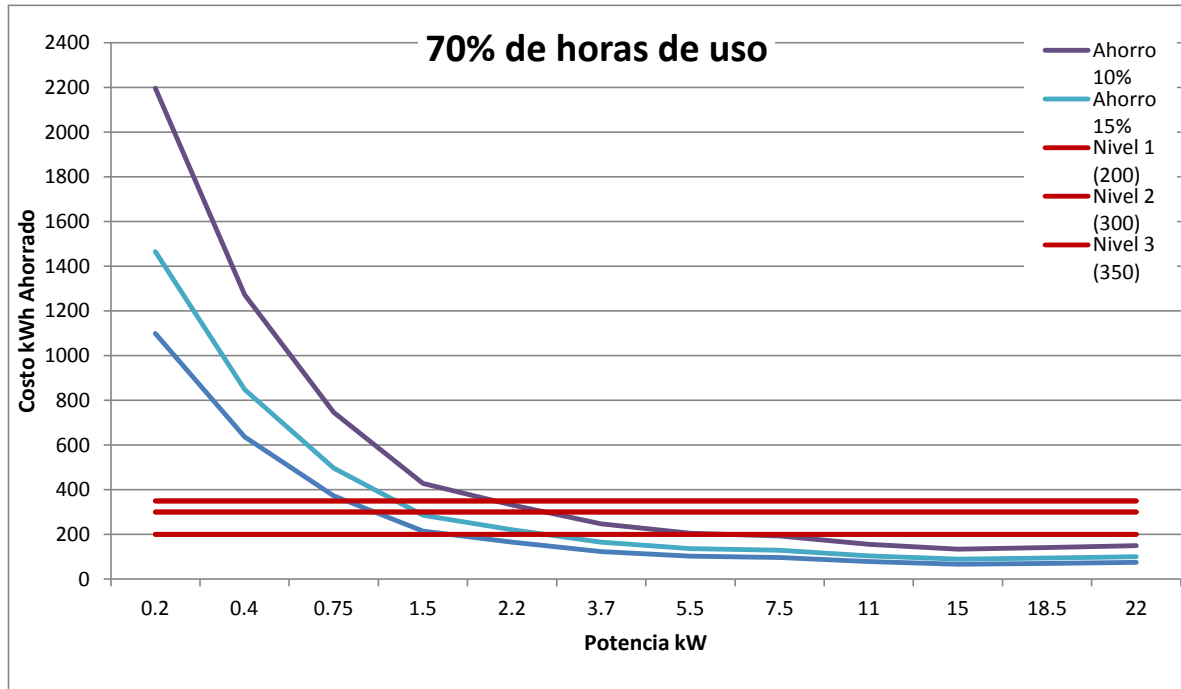


Si el porcentaje de ahorro aumenta, entonces la situación mejora notablemente, pues en este caso para motores de más de 15 kW el costo está por debajo de los 200 \$/kWh.

También podemos visualizar los resultados ahora parametrizando el % de ahorro

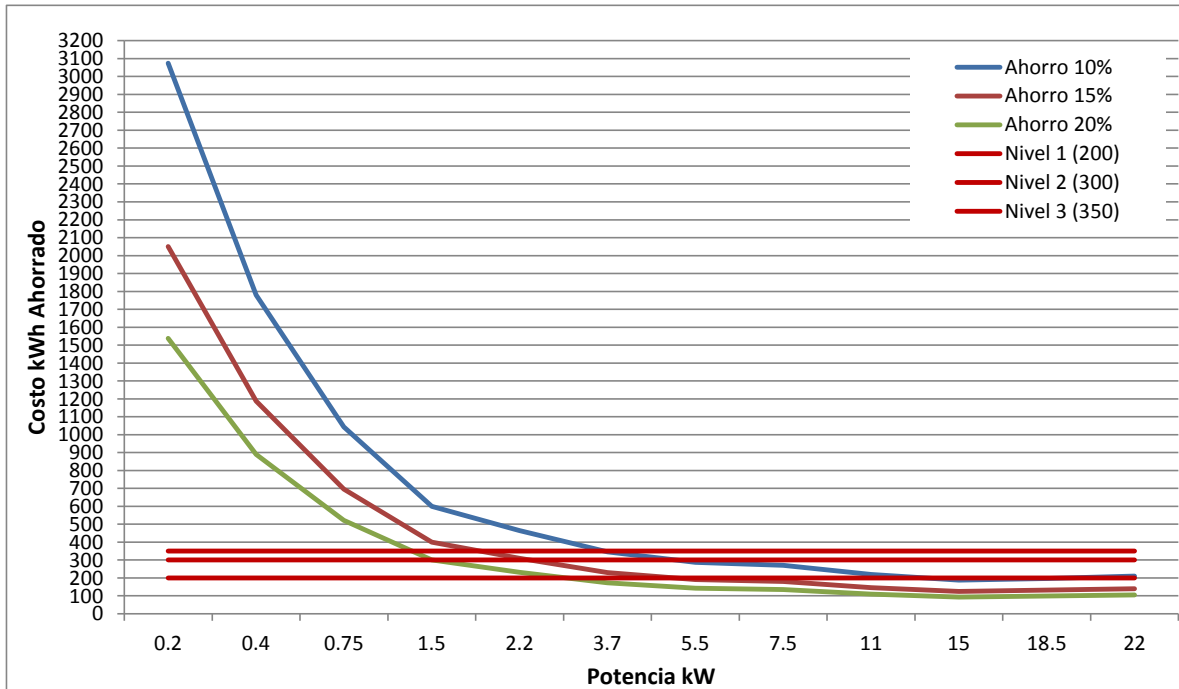
La figura siguiente muestra los resultados para motores que operan 70% de horas, los niveles 1, 2, 3 son los precios de los niveles de tensión 1, 2, 3. Los variadores para motores pequeños serán viables siempre y cuando el número de horas sea muy grande.

Figura 164. Costo del kWh ahorrado en función del tamaño del motor y parametrizando el porcentaje de ahorro , asumiendo que los motores operan el 70% del tiempo



Para el caso de motores que operan menos horas al año, los motores pequeños ya no son viables

Figura 165. Costo del kWh ahorrado en función del tamaño del motor y parametrizando el porcentaje de ahorro , asumiendo que los motores operan el 50% del tiempo



En conclusión podemos afirmar que la opción de introducir VSDs en los motores es costo eficiente para motores medianos y grandes, es decir la inversión realizada se paga durante la vida de los mismos y los ahorros producidos dan como resultado un costo de kWh ahorrado menor del costo de generación y transmisión.

Para los motores pequeños se debe tener mas cautela.

10.8.2 Motores eficientes

Para la opción de sustitución de motores convencionales por motores eficientes se puede realizar el siguiente análisis.

Con precios en pesos de los motores eficientes IE1, IE2 e IE3 para cada capacidad de motor disponibles en Bogotá, consultando a varios proveedores como Delta, Siemens y otros presentamos algunos resultados de los análisis. Para los cálculos se toman los siguientes parámetros básicos.

Tasa de Interés 12%

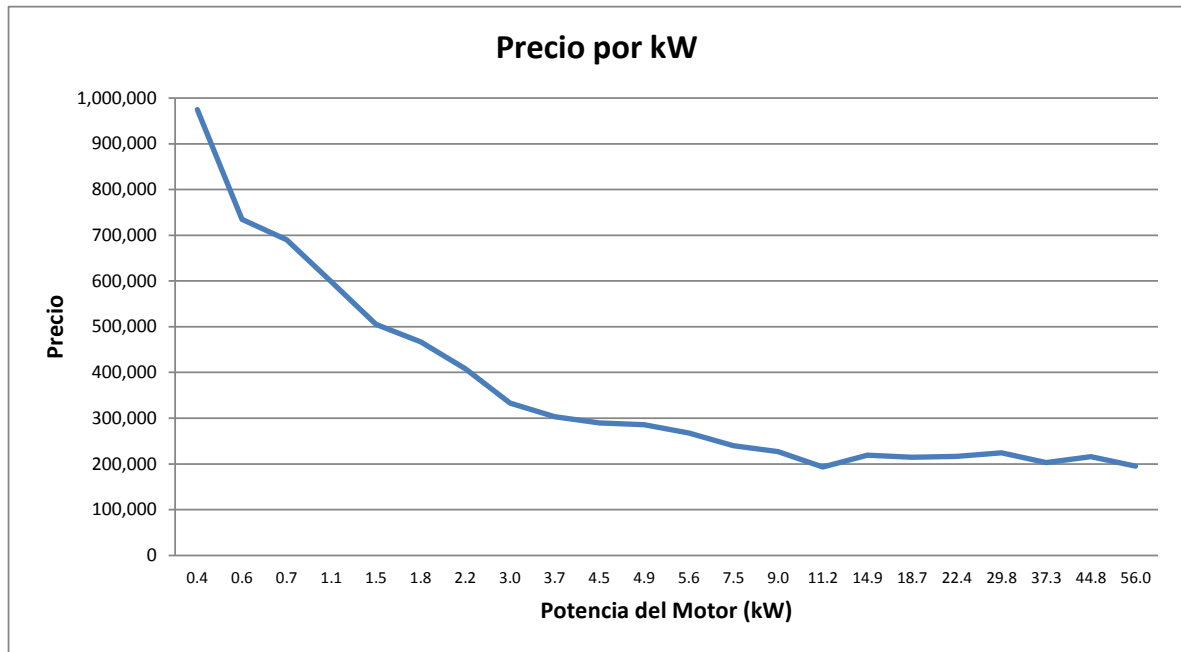
Años vida 10

El ahorro de energía dependerá entonces del número de horas al año de operación del motor y del % de ahorro logrado con el nuevo motor, el cual depende de la sustitución realizada y del estado actual del motor existente. En este caso las diferencias en

eficiencias son más pequeñas que en el caso de los VSDs. También se asume que el costo de instalación es del 10%.

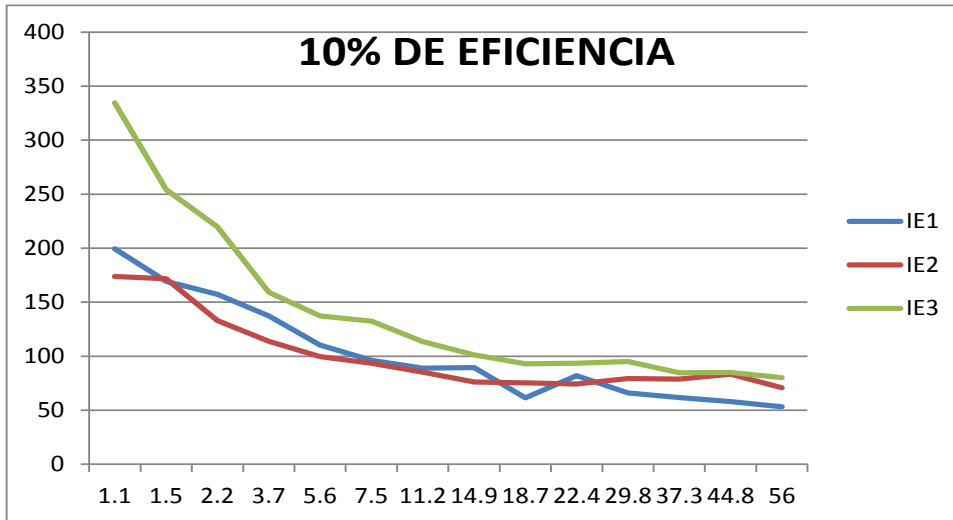
El costo específico de los motores en \$/kW resulta más grande para motores pequeños que para motores grandes.

Figura 166. Variación de los precios promedio de los motores eficientes tipo IE1 en función de su tamaño, disponibles en Bogotá



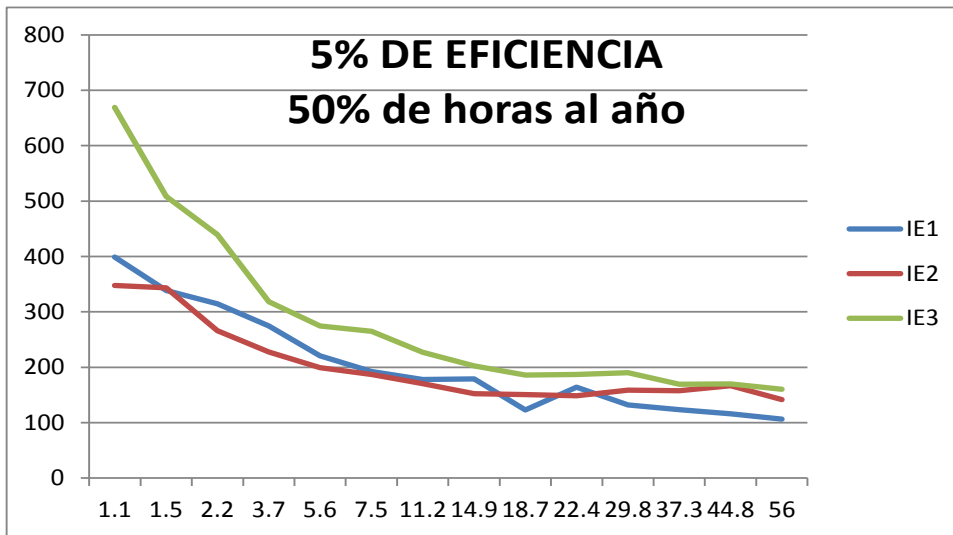
Se puede ver que el precio por kW varía de una manera apreciable con el tamaño del mismo. Como en el caso de los VSDs entonces el número de horas de operación y el % de ahorro logrado serán determinantes en su viabilidad económica.

Figura 167. Costo del kWh ahorrado con motores eficientes, asumiendo que el ahorro entre el actual y el eficiente es del 10% con 80% de horas de operación



Nuevamente el número de horas de operación resulta crucial en la economía de los motores eficientes

Figura 168. Costo del kWh ahorrado con motores eficientes, asumiendo que el ahorro entre el actual y el eficiente es del 5% con 50% de horas de operación



La conclusión es que los motores IE1 son los más viables económicamente dentro del espectro de motores eficientes disponibles, sin embargo para motores pequeños, menores de 15 kW se debe tener precaución y el motivo de cambio debe ir acompañado de otras razones diferentes a la pura economía de los ahorros económicos por mejor eficiencia energética, como por ejemplo que son requeridos para la automatización de los procesos, etc.

10.9 POTENCIAL DE AHORRO ENERGÉTICO POR CIU

A partir de las evaluaciones energéticas realizadas a las 330 empresas se pudo identificar alternativas de eficiencia energética factibles técnica y económicamente.

10.9.1 CIU 19

Las alternativas de eficiencia energética para el CIU 19 se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 170. Medidas de eficiencia energética tipo A a implementar en el CIU 19

Medida de Efe	Grande	Mediano	Pequeño
Aire de entrada y salida y ubicación 1% por cada 4 centígrados			2.00%
Aislamiento de equipos con resistencia eléctrica de calefacción		5.00%	
Buenas Prácticas Operativas	7.00%	6.11%	6.90%
Indicadores y Seguimientos	12.00%	12.00%	10.00%
poner a punto el nivel de presión y control de fugas de 30% a 10%			20.00%
Postcombustión de los volátiles del carbón y aprovechamiento del calor liberado	5.00%	5.00%	
Protocolos de Mantenimiento	8.00%	8.00%	6.50%
Revisión y corrección de sobre temperaturas en máquinas rotativas	4.75%		5.00%

Tabla 171. Medidas de eficiencia energética tipo B a implementar en el CIU 19

Medida de Efe	Grande	Mediano	Pequeño
Aprovechamiento de calor residual	15.00%		
Control de la Combustión, reducción del exceso de aire	9.00%		
Implementación de variadores de velocidad en máquinas con operación continua durante 18 horas. Es recomendable la ejecución de proyectos piloto preliminares que permitan validar la reducción del consumo de energía en máquinas rotativas. Se recomiendan procesos identificados como grandes consumidores.	12.14%	10.00%	13.57%
Inclusión de válvulas de control en terminales			5.00%
Recuperación de condensados. Por cada 10% recuperado se ahorra 1.5% de combustible. El máximo es 90% y el mínimo 75%.	4.50%		
Sustitución a tecnologías eficientes: luminarias de Hg de 400 W por 4 tubos T5 de 54W o LED 150W	45.00%	45.00%	45.00%

Tabla 172. Medidas de eficiencia energética tipo C a implementar en el CIU 19

Etiquetas de fila	Grande	Mediano	Pequeño
Cambios en el diseño y nuevos materiales de ductos, desde situación actual con fugas de 30%			25.00%
Economizador (precalentamiento del agua) para calderas de más de 1.000 BHP	15.00%		
Implementación del sistema de gestión de la energía (ISO 50001)	10.00%	10.00%	9.00%
Reemplazo de iluminación por tecnologías eficientes	5.00%		5.00%
Sustitución de motores por eficientes (mayor a 20HP-14,8kW y de funcionamiento constante)	4.00%	4.00%	4.00%

10.9.2 CIU 20

Las alternativas de eficiencia energética para el CIU 20 se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 173. Medidas de eficiencia energética tipo A a implementar en el CIU 20

Medida de Efe	Grande	Mediana	Pequeña
Aire de entrada y salida y ubicación 1% por cada 4 centígrados	2.00%	2.00%	
Aislamiento de equipos con resistencia eléctrica de calefacción		5.50%	3.00%
Ajuste de la temperatura de evaporación y condensación por cada grado C entre 2 y 4% de eficiencia		4.00%	
Buenas Prácticas Operativas	7.00%	7.10%	6.63%
Control de calidad del agua y mantenimiento de las superficies internas de transferencia de calor de la caldera y de los equipos de uso final	5.00%	6.00%	
Control de combustión			3.00%
Disminución de aberturas y fugas desde y hacia el interior de los secaderos	1.00%		
Indicadores y Seguimientos	5.00%	5.00%	
Indicadores y Seguimientos	8.00%	9.33%	8.00%
poner a punto el nivel de presión y control de fugas de 30% a 10%	20.00%	20.00%	
Programación adecuada de las operaciones para reducir pérdidas de calor en tiempos muertos	5.00%		5.00%
Protocolos de Mantenimiento	4.78%	5.94%	5.33%
Revisión y corrección de aislamiento térmico		20.67%	

Medida de Efe	Grande	Mediana	Pequeña
Tomar lecturas de corriente y voltaje y verificar que coincidan con los datos de placa del motor. De no ser así, puede ser indicativo de mala operación, desbalanceo de voltaje, sobrecarga, baja carga, falla en el acoplamiento, etc. Estas lecturas deben realizarse por lo menos cada 3 meses.		5.00%	
Verificación de fugas, aislamiento, instalación de techo en el chiller principal		20.00%	

Tabla 174. Medidas de eficiencia energética tipo B a implementar en el CIU 20

Medida de Efe	Grande	Mediana	Pequeña
Poner a punto el nivel de presión y realizar control de fugas		15.00%	
Distribución apropiada de la carga al interior de los hornos	5.00%		
Implementación de variadores de velocidad en máquinas con operación continua durante 18 horas. Es recomendable la ejecución de proyectos piloto preliminares que permitan validar la reducción del consumo de energía en máquinas rotativas. Se recomiendan procesos identificados como grandes consumidores.	14.50%	16.14%	10.40%
Implementación del sistema de gestión de la energía (ISO 50001)	5.00%	5.00%	
Inclusión de válvulas de control (válvulas de cierre y/o de regulación) en terminales	5.00%	5.00%	
Mantenimiento y/o instalación de aislantes térmicos	4.71%	4.44%	4.75%
Pinturas atérmicas como aislantes		7.00%	
Posible aprovechamiento de calor en otros procesos o para precalentar el aire de combustión		10.00%	
Reemplazo de iluminación por tecnologías eficientes	19.29%	47.50%	30.71%
Supervisión del aceite térmico y mantenimiento a las superficies internas de las calderas y de los tanques encaquetados			2.00%

Tabla 175. Medidas de eficiencia energética tipo C a implementar en el CIU 20

Medida de Efe	Grande	Mediana	Pequeña
Actualización de sistema de AA a sistema HVAC oficinas		30.00%	
Cambios en el diseño y nuevos materiales de ductos, desde situación actual con fugas de 30%	25.00%	25.00%	
Consideración de la forma más eficiente de inyectar el vapor al proceso	5.00%		
Control de la presión de succión y automatización del proceso		1.50%	
Implementación del sistema de gestión de la energía (ISO 50001)	10.00%	10.00%	10.00%
Mantenimiento de superficies intermedias de transferencia de calor y de control de calidad del aceite térmico		6.00%	
Mantenimiento e instalación de refractarios y aislamiento térmico nuevos a los hornos	6.00%		6.00%
Sustitución de motores por eficientes (mayor a 20HP-14,8kW y de funcionamiento constante)	16.00%	4.00%	4.50%
Sustitución de tecnología a inverter		20.00%	
Verificación de la eficiencia las calderas	5.00%		

10.9.3 CIU 21

Las alternativas de eficiencia energética para el CIU 21 se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 176. Medidas de eficiencia energética tipo A a implementar en el CIU 21

Medida de Efe	
Revisión y corrección de fugas de vapor en el circuito de distribución	5.0%
Revisión y corrección de sobre temperaturas en máquinas rotativas	0.6%
Buenas Practicas, sensores, interruptores horarios, zonificación	1.6%
Protocolos de Mantenimiento	2.5%
Indicadores y Seguimientos	3.8%

Tabla 177. Medidas de eficiencia energética tipo B a implementar en el CIU 21

Medida de Efe	
Mantenimiento y revisión del estado de superficies de transferencia de calor	0.18%
Mantenimiento e instalación de aislamiento térmico en accesorios de la tubería del circuito de distribución de vapor	4.82%
Implementar variadores de velocidad en los motores de centrifugas y mezcladoras	15.00%

Tabla 178. Medidas de eficiencia energética tipo C a implementar en el CIU 21

Medida de Efe	
Revisión y reemplazo de trampas de vapor del circuito de distribución de vapor	14.15%
Implementación del sistema de gestión de la energía (ISO 50001)	7.69%
Investigación de posibles mejoras en el sistema de inyección y utilización directa del vapor en el proceso.	2.31%
Mantenimiento e instalación de aislamiento térmico en accesorios de la tubería del circuito de distribución de vapor	1.18%

10.9.4 CIU 22

Las alternativas de eficiencia energética para el CIU 22 se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 179. Medidas de eficiencia energética tipo A a implementar en el CIU 22

Medida de Efe	GRANDE	MEDIANA	PEQUEÑA	MICRO
Cambio de tecnología en fuentes de iluminación	12.50%	15.00%		
Aire de entrada y salida y ubicación 1% por cada 4 centígrados		2.00%	2.00%	
Aislamiento de equipos con resistencia eléctrica de calefacción		6.70%	8.33%	
Ajuste de la temperatura de evaporación y condensación por cada grado C entre 2 y 4% de eficiencia	4.00%	4.00%	4.00%	
Buenas Practicas Operativas	9.21%	7.03%	7.66%	5.00%
Implementación de elementos de gestión energética basados en la ISO 50001	11.67%	5.00%		
Indicadores y Seguimientos	7.50%	6.20%	8.70%	
Protocolos de Mantenimiento	6.16%	9.68%	7.13%	
Revisión y corrección de análisis de condiciones adecuadas de operación de motores	7.50%	5.00%		
Revisión y corrección de sobre temperaturas en máquinas rotativas	8.46%		7.50%	
Disminuir fugas de vapor	15.00%	12.00%	5.50%	
Revisión y corrección de aislamiento térmico	21.50%	5.50%	3.50%	5.00%

Tabla 180. Medidas de eficiencia energética tipo B a implementar en el CIU 22

Medida de Efe	GRANDE	MEDIANA	PEQUEÑA	MICRO
Actualización de los aislamientos térmicos, aislamiento de válvulas, codos y demás accesorios, control de fugas	5.00%	2.00%		
Ajuste de la temperatura de evaporación y condensación por cada grado C entre 2 y 4% de eficiencia	3.00%			
Aprovechamiento de calor residual en sistemas térmicos	10.25%			
Control de la Combustión, reducción del exceso de aire por cada 1% se mejora 0.6 la eficiencia. El promedio actual es entre 10 y 20% y se puede reducir al 5%			5.00%	
Corrección de fugas y pérdidas técnicas en proceso y sistemas de distribución de calor	10.00%			
Generación e implementación de indicadores energéticos para monitoreo y control de consumo energético	10.00%			
Implementación de variadores de velocidad en máquinas con operación continua durante 18 horas. Es recomendable la ejecución de proyectos piloto preliminares que permitan validar la reducción del consumo de energía en máquinas rotativas. Se recomiendan procesos identificados como grandes consumidores.	17.89%	14.20%	14.33%	15.00%
Implementación del sistema de gestión de la energía (ISO 50001)	21.67%	11.82%	13.50%	
Inclusión de válvulas de control en terminales		5.00%	5.00%	
Instalación y/o mantenimiento de aislantes de superficies calientes.	5.00%	5.00%		
Mantenimiento y/o instalación de aislantes térmicos	5.33%	6.00%	4.50%	
Pinturas atérmicas como aislantes		7.00%	7.00%	
Recuperación de condensados. Por cada 10% recuperado se ahorra 1.5% de combustible. El máximo es 90% y el mínimo 75%.		4.50%		
Reemplazo de tecnologías de iluminación por fuentes eficientes	16.00%	38.33%	25.00%	
Revisión y disminución de fugas en el circuito y equipos	1.00%			
Revisión y mantenimiento de quemadores y de superficies de transferencia de calor		3.00%	3.00%	

Tabla 181. Medidas de eficiencia energética tipo C a implementar en el CIU 22

Medida de Efe	GRANDE	MEDIANA	PEQUEÑA
Aprovechamiento de calor residual en procesos con calor directo asociado			
Aprovechamiento del calor generado en los hornos de fundición y de temple			40.00%
Cambio de calor resistivo de las termoformadoras por calor combustible de gas natural		30.00%	
Cambios en el diseño y nuevos materiales de ductos (p.e. aluminio)		25.00%	25.00%
Control de la presión de succión y automatización del proceso	2.00%	2.50%	2.33%
Economizador para calderas de mas de 1000 BHP			12.00%
Implementación de variadores de velocidad en máquinas rotativas con operación continua durante la jornada de producción	30.00%		
Implementación del sistema de gestión de la energía (ISO 50001)	10.00%	11.13%	10.13%
Mejoramiento de parámetros de combustión del quemador y mantenimiento del calderín y chimenea		20.00%	
Reducir combustión incompleta mejorando la distribución de tamaño de carbón		2.00%	
Reemplazo de motores por motores de alta eficiencia	33.40%	40.00%	

10.9.5 CIU 23

Las alternativas de eficiencia energética para el CIU 23 se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 182. Medidas de eficiencia energética tipo A a implementar en el CIU 23

Medida de Efe	GRANDE	MEDIANA	PEQUEÑA	MICRO
Aire de entrada y salida y ubicación 1% por cada 4 centígrados		2.00%	2.00%	
Aislamiento de equipos con resistencia eléctrica de calefacción		7.00%	5.00%	
Buenas Practicas Operativas	8.47%	8.58%	7.98%	8.30%
Disminución de aberturas del horno		1.00%		
Disminución de fugas desde y hacia el interior del horno	3.50%	2.38%	5.00%	6.00%
Disminución de humedad de carbón consumido	2.00%			
Disminuir las Fugas de vapor a través del proceso	10.00%			
Distribución apropiada de la carga de material al horno			2.00%	
Evaluación de la viabilidad técnica u económica del cambio de tecnología en fuentes de iluminación	10.00%			
Implementación de elementos propios de la gestión energética basada en la ISO 50001	16.67%			
Indicadores y Seguimientos	9.20%	9.75%	8.91%	10.00%
Mantener un correcto tiraje al interior del horno para evitar infiltraciones de aire			2.00%	
Mantenimiento e instalación de aislantes térmicos a accesorios y tuberías de la línea de vapor	18.00%	5.00%		
Mejoramiento de la distribución de tamaño del carbón usado para aumentar eficiencia de la combustión			5.00%	
poner a punto el nivel de presión y control de fugas de 30% a 10%		20.00%	20.00%	
Protocolos de Mantenimiento	6.40%	6.21%	5.32%	5.80%
Realizar inspecciones de fugas en el sistema de aire comprimido y eliminar las fugas existentes en el sistema.	20.00%			
Reducción de las aberturas del horno		1.00%		
Revisión y corrección de temperaturas en máquinas rotativas	5.00%	5.00%		
Selección del refractario adecuado para las cúpulas de los hornos colmena	15.00%			
Sustitución de fuentes convencionales de iluminación por fuentes eficientes	12.14%			
Utilización óptima de la capacidad mediante una cantidad de carga, arreglo de la carga y tiempo de residencia que sean óptimos			2.00%	

Tabla 183. Medidas de eficiencia energética tipo B a implementar en el CIU 23

Medida de Efe	GRANDE	MEDIANA	PEQUEÑA	MICRO
Aislar adecuadamente las paredes del horno y las conducciones calientes.			2.00%	
Aprovechamiento de calor residual	15.00%			
Combustión completa con el mínimo de exceso de aire		5.00%	10.00%	
Disminuir las fugas de vapor a través del proceso		20.00%		
Implementación de variadores de velocidad en máquinas con operación continua durante 18 horas. Es recomendable la ejecución de proyectos piloto preliminares que permitan validar la reducción del consumo de energía en máquinas rotativas. Se recomiendan procesos identificados como grandes consumidores.	20.13%	17.67%	20.56%	15.00%
Implementación del sistema de gestión de la energía (ISO 50001)	9.29%	7.50%	5.00%	
Inclusión de válvulas de control en terminales		5.00%	5.00%	
Mantenimiento e instalación de aislantes térmicos a accesorios y tuberías de la línea de vapor	5.00%			
Pinturas atérmicas como aislantes		7.00%	7.00%	
Planificar las operaciones para disminuir la pérdida de calor absorbido por la pared interna del horno	5.00%			
Quema controlada con la mínima cantidad de aire de aire		6.00%		
Realizar un proyecto de actualización de las instalaciones eléctricas, dando cumplimiento al RETIE.			5.00%	
Reducir las pérdidas de calor por aperturas del horno	1.00%			
Revisión y disminución de fugas a través de tuberías conducción y paredes de hornos	2.00%			
Revisión y mantenimiento de aislamiento térmico en conexiones de secadero			5.00%	
Revisión y mantenimiento de paredes refractarias y superficies calientes del horno	4.50%	5.91%	4.86%	5.00%
Sustitución a tecnologías eficientes en iluminación	50.00%		50.00%	

Tabla 184. Medidas de eficiencia energética tipo C a implementar en el CIU 23

Medida de Efe	GRANDE	MEDIANA	MICRO	PEQUEÑA
Cambios en el diseño y nuevos materiales de ductos, desde situación actual con fugas de 30%		25.00%		25.00%
Combustión completa con el mínimo exceso de aire				5.00%
Controlar los parámetros de la combustión			2.00%	
Implementación de sistema de gestión energética basada en la ISO 50001	11.50%	10.45%	10.00%	10.29%
Mantenimiento y revisión del estado del refractario del horno	5.00%	7.50%		5.00%
Mejorar la recuperación de condensados y las trampas de vapor en el circuito.	20.00%	20.00%		
Recuperación de calor en otros procesos o para el precalentamiento del aire de combustión				10.00%
Revisión de la distribución de la carga al interior del horno		3.00%		
Revisión del tiraje del horno		2.00%		
Sustitución de motores por eficientes	7.00%	7.00%		

10.9.6 CIU 24

Las alternativas de eficiencia energética para el CIU 24 se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 185. Medidas de eficiencia energética tipo A a implementar en el CIU 24

Medida de Efe	GRANDE	MEDIANA	PEQUEÑA	MICRO
Buenas Practicas Operativas	8.47%	8.58%	7.98%	8.30%
Disminución de aberturas del horno		1.00%		
Disminución de fugas desde y hacia el interior del horno	3.50%	2.38%	5.00%	6.00%
Disminución de humedad de carbón consumido	2.00%			
Distribución apropiada de la carga de material al horno			2.00%	
Implementación de elementos propios de la gestión energética basada en la ISO 50001	16.67%			
Indicadores y Seguimientos	9.20%	9.75%	8.91%	10.00%
Mantener un correcto tiraje al interior del horno para evitar infiltraciones de aire			2.00%	
Protocolos de Mantenimiento	6.40%	6.21%	5.32%	5.80%
Reducción de las aberturas del horno		1.00%		

Tabla 186. Medidas de eficiencia energética tipo B a implementar en el CIU 24

Medida de Efe	GRANDE	MEDIANA	PEQUEÑA	MICRO
Aislar adecuadamente las paredes del horno y las conducciones calientes.			2.00%	
Aprovechamiento de calor residual	15.00%			
Combustión completa con el mínimo de exceso de aire		5.00%	10.00%	
Implementación de variadores de velocidad en máquinas con operación continua durante 18 horas. Es recomendable la ejecución de proyectos piloto preliminares que permitan validar la reducción del consumo de energía en máquinas rotativas. Se recomiendan procesos identificados como grandes consumidores.	20.13%	17.67%	20.56%	15.00%
Implementación del sistema de gestión de la energía (ISO 50001)	9.29%	7.50%	5.00%	
Pinturas atérmicas como aislantes		7.00%	7.00%	
Planificar las operaciones para disminuir la pérdida de calor absorbido por la pared interna del horno	5.00%			
Quema controlada con la mínima cantidad de aire de aire		6.00%		
Realizar un proyecto de actualización de las instalaciones eléctricas, dando cumplimiento al RETIE.			5.00%	
Reducir las pérdidas de calor por aperturas del horno	1.00%			

Tabla 187. Medidas de eficiencia energética tipo C a implementar en el CIU 24

Medida de Efe	GRANDE	MEDIANA	MICRO	PEQUEÑA
Controlar los parámetros de la combustión			2.00%	
Implementación de sistema de gestión energética basada en la ISO 50001	11.50%	10.45%	10.00%	10.29%
Mantenimiento y revisión del estado del refractario del horno	5.00%	7.50%		5.00%
Sustitución de motores por eficientes	7.00%	7.00%		

10.9.7 CIU 25

Las alternativas de eficiencia energética para el CIU 25 se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 188. Medidas de eficiencia energética tipo A a implementar en el CIU 25

Medida de Efe	GRANDE	MEDIANA	PEQUEÑA
Buenas Practicas Operativas	10.00%	9.00%	10.00%
Cambio de tecnología en fuentes de iluminación por fuentes altamente eficientes	10.00%		
Corrección de temperaturas en máquinas rotativas	5.00%		
Indicadores y Seguimientos		11.00%	12.00%
Mantenimiento a superficies internas de transferencia de calor		2.00%	
Mejoramiento de las instalaciones eléctricas	5.00%		
Protocolos de Mantenimiento	8.00%	7.00%	8.00%
Revisión y corrección de aislamiento térmico	10.00%	30.00%	
Revisión y corrección de temperaturas en máquinas rotativas	5.00%	5.00%	
Revisión y mantenimiento de áreas internas de transferencia de calor	2.00%		

Tabla 189. Medidas de eficiencia energética tipo B a implementar en el CIU 25

Medida de Efe	GRANDE	MEDIANA
Aprovechamiento de calor residual	5.00%	
Implementación de elementos de gestión energética basados en la ISO 50001	12.50%	
Implementación de variadores de velocidad en máquinas con operación continua durante 18 horas. Es recomendable la ejecución de proyectos piloto preliminares que permitan validar la reducción del consumo de energía en máquinas rotativas. Se recomiendan procesos identificados como grandes consumidores.	16.00%	15.00%
Inclusión de válvulas de control en terminales		5.00%

Tabla 190. Medidas de eficiencia energética tipo C a implementar en el CIU 25

Medida de Efe	MEDIANA
Adecuada programación de operaciones y óptima distribución de la carga	3.00%
Cambios en el diseño y nuevos materiales de ductos, desde situación actual con fugas de 30%	25.00%
Revisión y mantenimiento de aislantes térmicos del horno de secado	2.00%

10.9.8 CIU 26

Las alternativas de eficiencia energética para el CIU 26 se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 191. Medidas de eficiencia energética tipo A a implementar en el CIU 26

Porcentaje estimado de ahorro	Ahorro de energía a la fecha (Tcal/año)	Medida de Efe
15%	0.008991	Poner a punto el nivel de presión y control de fugas de 30% a 10%
4.00%	0.0002	Buenas Prácticas Operativas y protocolos de mantenimiento A

Tabla 192. Medidas de eficiencia energética tipo B a implementar en el CIU 26

Porcentaje estimado de ahorro	Ahorro de energía a la fecha (Tcal/año)	Medida de Efe
50.00%	0.00545	Sustitución a tecnologías eficientes: luminarias de Hg de 400 W por 4 tubos T5 de 54W o LED 150W
5.00%	0.26863	Actualización de los aislamientos térmicos, aislamiento de válvulas, codos y demás accesorios, control de fugas.

10.9.9 CIU 27, 28, 29, 30 y 31

Las alternativas de eficiencia energética para el CIU 27, 28, 29, 30 y 31 se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 193. Medidas de eficiencia energética tipo A a implementar en el CIU 27, 28, 29, 30 y 31

Medida de Efe	GRANDE	MEDIANA	PEQUEÑA
Aire de entrada y salida y ubicación 1% por cada 4 centígrados		2.00%	
Aislamiento de equipos con resistencia eléctrica de calefacción		5.00%	
Buenas Practicas Operativas	10.00%	9.00%	10.00%
Cambio de tecnología en fuentes de iluminación por fuentes altamente eficientes	10.00%		
Corrección de temperaturas en máquinas rotativas	5.00%		
Disminución de fugas desde y hacia el interior del horno	6.00%	2.67%	
Evaluación de la viabilidad técnica u económica del cambio de tecnología en fuentes de iluminación	10.00%		
Indicadores y Seguimientos		11.00%	12.00%
Mantenimiento a superficies internas de transferencia de calor		2.00%	
Mejoramiento de las instalaciones eléctricas	5.00%		
poner a punto el nivel de presión y control de fugas de 30% a 10%		20.00%	
Protocolos de Mantenimiento	8.00%	7.00%	8.00%
Revisión y corrección de aislamiento térmico	10.00%	30.00%	
Revisión y corrección de temperaturas en máquinas rotativas	5.00%	5.00%	
Revisión y mantenimiento de áreas internas de transferencia de calor	2.00%		

Tabla 194. Medidas de eficiencia energética tipo B a implementar en el CIU 27, 28, 29, 30 y 31

Medida de Efe	GRANDE	MEDIANA
Aprovechamiento de calor residual	5.00%	
Implementación de elementos de gestión energética basados en la ISO 50001	12.50%	
Implementación de variadores de velocidad en máquinas con operación continua durante 18 horas. Es recomendable la ejecución de proyectos piloto preliminares que permitan validar la reducción del consumo de energía en máquinas rotativas. Se recomiendan procesos identificados como grandes consumidores.	16.00%	15.00%
Inclusión de válvulas de control en terminales		5.00%
Mantenimiento y corrección del estado del quemador de gas		10.00%
Poner a punto el nivel de presión y realizar control de fugas	15.00%	
Reemplazo de fuentes luminosas convencionales por fuentes altamente eficientes	12.33%	
Revisión y corrección de fugas del interior del horno de secado		1.00%
Revisión y mantenimiento del estado del refractario y aislamiento térmico del horno	5.00%	3.00%

Tabla 195. Medidas de eficiencia energética tipo C a implementar en el CIU 27, 28, 29, 30 y 31

Medida de Efe	GRANDE	MEDIANA	PEQUEÑA
Actualización de indicadores energéticos de acuerdo a lo indicado en la ISO 50001	16.67%	10.00%	10.00%
Adecuada programación de operaciones y óptima distribución de la carga		3.00%	
Cambios en el diseño y nuevos materiales de ductos, desde situación actual con fugas de 30%		25.00%	
Revisión y mantenimiento de aislantes térmicos del horno de secado		2.00%	
Sustitución de tecnología a Inverter		20.00%	

11. PLAN DE IMPLEMENTACION DE LAS OPCIONES DE EFICIENCIA ENERGETICA IDENTIFICADAS

11.1 OBJETIVOS DEL PLAN

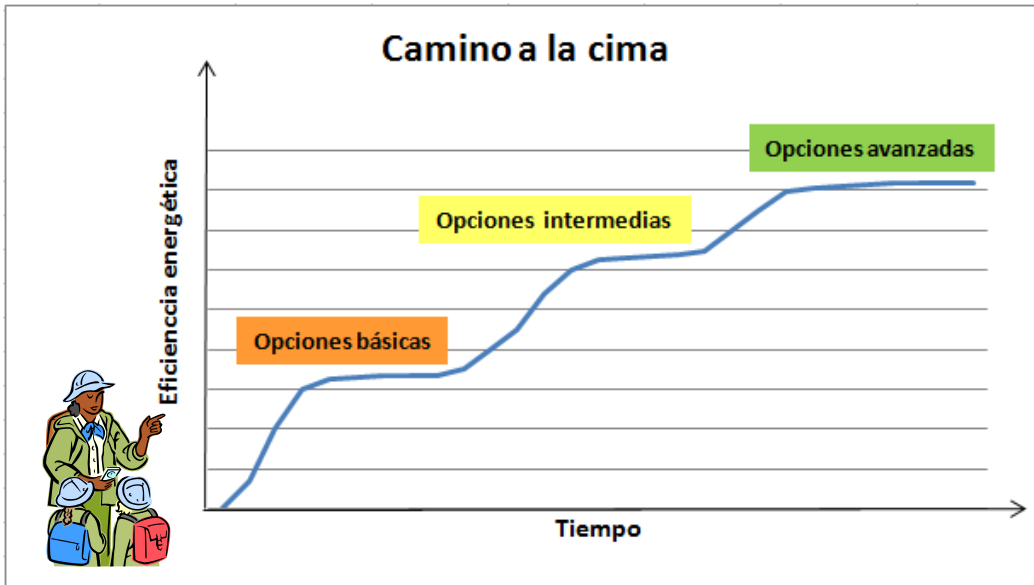
- Objetivo 1: Conseguir que los usuarios del servicio de energía eléctrica y de gas natural, así como de otros combustibles en la industria colombiana entiendan la importancia de su uso racional y eficiente y lo apropien de forma consciente.
- Objetivo 2: Que los usuarios visitados en el sector industrial implementen Buenas Prácticas Operativas y adecuadas rutinas de mantenimiento con el fin de lograr un uso racional y eficiente de la energía eléctrica y el gas natural.
- Objetivo 3: Que los usuarios visitados implementen con las ayudas financieras existentes y con el apoyo de las instituciones y programas que promueven la eficiencia energética en Colombia las medidas identificadas y recomendadas por el equipo de consultores.
- Objetivo 4: Que como resultado del plan piloto y con la ayuda de estrategias de capacitación y comunicación los usuarios industriales puedan haciendo un uso racional y eficiente de las energía reducir su consumo final.

11.2 FASES O ETAPAS

Teniendo en cuenta las experiencias en otros países y en otros sectores de la economía y dado que las opciones para optimizar el uso de la energía y reducir su consumo final se clasifican en tres categorías a saber:

- **Básicas (Tipo A):** Que implican en general, arreglos rápidos de facil implementación, con muy baja inversion y con cortos períodos de repago (menores a un año), y que en muchos casos se reducen a la implementación de buenas prácticas operativas y rutinas adecuadas de mantenimiento
- **Intermedias (Tipo B):** Las cuales en general obedecen a proyectos bien definidos con ahorros e inversiones bien identificados y con tiempos de repago inferiores a 3 años.
- **Avanzadas (Tipo C):** Las cuales en general requieren estudios de factibilidad y aunque existe potencial de ahorro identificado, las inversiones son altas y los periodos de repago o son mayores a 3 años o en general no estan aseguradas.

- Se recomienda que para implementar las opciones se siga este orden, es decir implementar primero las opciones básicas para que a partir de la observación de sus resultados positivos los usuarios adquieran conciencia sobre la importancia del URE y se convenzan de sus bondades y así continúen con las otras opciones.



Portafolio de opciones:

Las tablas a continuación muestran el portafolio de opciones de los tres tipos identificadas en la industria colombiana.

Opciones en electricidad:

ENERGETICO O ÁREA	EQUIPO O PROCESO	A	B	C	MEDIDA	Potencial de ahorro %	% de equipos en potencia a los que aplica	% ya aplicado
ENERGIA ELECTRICA	Instalaciones eléctricas	X			Buenas prácticas en las instalaciones eléctricas, puestas a tierra y protecciones, en general cumplimiento del RETIE.	3 a 5%	100	30
			X		Calidad de la energía, energía reactiva y distorsión armónica	3 a 5%	100	30
	Motores, ventiladores y bombas	X			Buenas practicas, mantenimiento	3 a 10%	70	15
			X		Variadores de frecuencia en ventiladores y bombas	35%	60	10
				X	Variadores de frecuencia en otros motores, bandas transportadoras, molinos, proceso, etc	15%	60	10
				X	sustitución de motores por eficientes	2 a 7%	40	3
	Aire Comprimido	X			Buenas prácticas en la operación y mantenimiento del sistema de aire comprimido. Control de fugas	20 a 30%	70	10
			X		Variadores y automatización de on off, cascada	5%	70	30
			X		Reducción de la presión de descarga del compresor	2 a 8%	70	5
	Iluminacion		X		Sustitución a tecnologías eficientes luminarias de Hg 400 W por 4*54 T5 o LED 150W	50 a 60%	50	10
		X			Buenas Practicas, sensores, interruptores horarios, zonificación	5 a 15%	80	20
	Calor directo	X			Aislamiento de equipos con resistencia eléctrica de calefacción	5 a 10%	60	10
		X			Mantenimiento y reposición de aislamientos	5%	70	10
	Automatizacion		X		Calibrar los puntos de ajuste (setpoints) de la planta. Instalación de medidores, sensores y PLCs en todos los procesos	10%	80	5
				X	Control en toda la planta	5%	80	5
	Refrigeración	X			Buenas prácticas, mantenimiento, puesta a punto del sistema, ajuste de la temperatura del evaporador y condensador, control de fugas y aislamiento de tuberías	10%	100	30
				X	Control de la presión de succión y automatización del proceso	1 a 8%	60	5

Opciones en el área térmica

Combustibles Usos térmicos	Calderas	X	Control de la Combustion, reduccion del exeso de aire por cada 1% se mejora 0.6 la eficiencia. El promedio actual es entre 10 y 20% y sepuede reducir al 5%	3 al 9%
		X	Buenas practicas: Reducir la presion del vapor, reducir las perdidas por hollin e incrustaciones, mejorar aislamientos, optimizacion de purga	3 a 7%
		X	Actualización de los aislamientos térmicos, aislamiento de valvulas, codos y demas accesorios, control de fugas, recuperacion de condensados. Por cada 10% recuperado se ahorra 1.5% de combustible el maximo es 90% y el minimo 75%	10 a 30%
		X	Economizador para calderas de mas de 1000 BHP	10 a 15%
	Hornos de producción de carbon coque	X	Aprovechamiento de la energía de los humos	1 a 5%
		X	Cámaras individuales	8%
		X	Implementar SCOPE21	21%
		X	Control de la humedad del carbón	3 a 10%
		X	Curva de calentamiento programada	5 a 10%
		X	Velocidad variable en los compresores	1 a 3%
	Hornos de producción de Vidrio	X	Adecuación de la granulometría	1 a 3%
		X	Uso de material de vidrio reciclado	2 a 10%
		X	Peletización	1 a 5%
		X	Reducción del ciclo de inversión	1 a 5%
		X	Aprovechamiento del calor residual de los humos	5 a 10%
		X	Mejoras en los sistemas de compresores y en la red de distribución	10 a 12%
	Hornos ladrilleros tipo colmena	X	Modificaciones en la combustión	5 a 12%
		X	Implementar quemadores de carbon pulverizado	5%
		X	Incrementar el area de flujo de los gases de combustión	5%
		X	Implementar control de calidad al carbón	5 a 8%
	Hornos ladrilleros tipo Hoffman	X	Implementar buen sistema de trituración y molienda del carbón	3 a 8%
		X	Implementar secadero artificial con calor residual de horno	1 a 3%
		X	Extracción y preparación de materia prima	3%
	Hornos para fabricación de clinker	X	Secado del crudo con gases de chimenea	3%
		X	Nuevos ciclones con baja caída de presión	10%
		X	Uso de sustancias fundentes	3%
		X	Mejora del aislamiento	3 a 5 %
		X	Mejoras en el control del horno	5%
		X	Mejoras en el enfriamiento del clinker	3 a 5%
		X	Mejoras por el uso de aditivos	3%
		X	Mejora en combustión	2 a 10%
		X	Análisis químico de la chatarra	5%
Hornos eléctricos de arco	X	Uso del arrabio sólido	3 a 15%	
	X	Uso del arrabio líquido	5 a 25%	
	X	Pre calentamiento de la chatarra con gases de escape	1 a 5%	
	X	Uso de la carga única	5 a 10%	
	X	Control dinámico del proceso por el análisis de los gases de salida	5%	

Otras opciones

Gestión de la energía e ingeniería de procesos	Protocolos de Mantenimiento	X		Actualizar y considerar el ahorro de energía como variable determinante en el establecimiento de los protocolos	3 - 10%	
	Indicadores y Seguimiento		X	Establecimiento de indicadores de eficiencia energética y su seguimiento	5-15%	
	Implementación del sistema de gestión de la energía (ISO 50001)			X	Incluye los anteriores, el monitoreo, el control y la automatización de la planta	5-30%
	Sustitución de Combustibles		X		Adecuar los hornos y calderas para recibir otros combustibles	Variable
	Optimización del proceso de producción			X	Especialmente en vidrio, cemento, siderurgia, ladrillo y coque	Variable

Se plantea la necesidad de actuar en dos etapas o fases secuenciales a saber:

11.2.1 Fase 1: Implementar las opciones básicas

En esta fase lo que se propone es la realización de varias estrategias encaminadas a la difusión de las opciones básicas, (de tipo A en el portafolio), las cuales son las de mas fácil implementación y bajo costo, muchas de ellas son buenas prácticas operativas y rutinas adecuadas de mantenimiento. Estas opciones son las mas simples, pero implican mayor conciencia del problema y los actores principales son los usuarios finales, operadores de máquinas eléctricas y térmicas y jefes de mantenimiento, es el usuario final el que interactúa de manera inteligente con los dispositivos tecnológicos encargados de resolver las necesidades de producción, los dispositivos mas intensivos en energía son: la caldera, los hornos, el sistema de aire comprimido, el sistema de refrigeración y los motores (molinos, ciclones ventiladores, bombas y bandas transportadoras) . El usuario debe comprometerse con el uso eficiente de la energía aprendiendo buenas prácticas para el uso de estos dispositivos y cambiando algunas costumbres o hábitos inconscientes que lo llevan a usar de manera poco racional la energía.

11.2.2 Fase 2: Implementación del portafolio de opciones de reducción del consumo de energía.

Opciones Intermedias:

Una vez que los usuarios demuestren que con la implementación de las opciones básicas pudieron reducir su consumo final de energía, estarán listos para iniciar otros proyectos como las opciones intermedias que implican la instalación de nuevos dispositivos complementarios que mejoran el rendimiento de los sistemas intensivos en energía mencionados. Se incluyen dentro de estas opciones la instalación de variadores de velocidad en motores, el monitoreo y la optimización de los procesos introduciendo sistemas de control, optimización de la combustión con medición de gases a la salida y control del exceso de aire, la actualización de aislamientos térmicos, cambios en los

procesos para optimizar el consumo de energía (especialmente en la fabricación coque, ladrillos, vidrio, cemento y siderurgia) y sustitución de combustibles entre otros.

Opciones Avanzadas:

Con la experiencia de haber implementado opciones básicas e intermedias, se pueden abordar proyectos que requieren estudios de factibilidad y que incluyen opciones como la automatización de la planta, la sustitución de las calderas, la renovación de los motores por eficientes, la cogeneración, la modificación de los procesos y la introducción de energías renovables.

11.3 ESTRATEGIAS DE LA FASE 1

- Estrategia 1: Difusión amplia sobre las opciones básicas, elaboración de material escrito (cartilla) y montaje en la web del portafolio detallado de las opciones y de las buenas prácticas operativas y los protocolos de mantenimiento para los sistemas intensivos en energía:
 - Sistema térmico de vapor: calderas, sistemas de distribución, aislamientos, recuperación de condensados etc.
 - Sistema de aire comprimido: compresores, filtros, enfriadores, sistema de distribución, recuperación.
 - Motores: ventiladores, bombas, molinos, bandas transportadoras, máquinas herramientas, extrusoras, etc
 - Sistema de refrigeración y aire acondicionado: compresores, sistema de distribución, recuperación, aislamientos, etc
- Estrategia 2: Capacitación a los técnicos y operarios de estos sistemas sobre cómo reducir el consumo final de energía por medio de buenas prácticas operativas y buen mantenimiento. Se debe interactuar con el SENA y las escuelas de formación para el trabajo con el fin de introducir el tema dentro del currículo.
- Estrategia 3: Elaboración e implementación de proyectos piloto en los diferentes CIU que sirvan como demostración de las diferentes opciones, se deben escoger empresas que estén dispuestas a compartir los resultados. En la página Web se deben ilustrar los casos de éxito.

11.4 ESTRATEGIAS DE LA FASE 2

- Estrategia 1: Difusión amplia sobre las opciones intermedias y avanzadas, elaboración de material escrito (cartillas) y montaje en la web del portafolio detallado de las opciones para los sistemas intensivos en energía. Ilustrar los estudios de caso realizados, especialmente los referentes a:

- Instalación de variadores de velocidad en motores: ventiladores y bombas, molinos, ciclones, máquinas herramientas, compresores, etc
- Instalación de medidores para el monitoreo y la optimización de los procesos introduciendo sistemas de control: revisión de los set points, eléctricos y térmicos, integración de procesos, control.
- Optimización de la combustión: medición de gases a la salida y control del exceso de aire, automatización de los sistemas de alimentación de los combustibles sólidos, gaseosos y líquidos.
- Actualización de aislamientos térmicos, recuperación de calores residuales: instalación de economizadores y sistemas de recuperación de calor de chimenea, etc.
- Automatización de los sistemas de refrigeración: instalación de sensores en los puntos de consumo, variadores y sistemas de control.
- Cambios en los procesos para optimizar el consumo de energía (especialmente en la fabricación coque, ladrillos, vidrio, cemento y siderurgia)
- Sustitución de combustibles: Modificación de las calderas para que reciban pellets de madera y otros.
- Estrategia 2: Capacitación a los técnicos y operarios de estos sistemas sobre cómo reducir el consumo final de energía por medio de la implementación de las opciones intermedias y avanzadas. Realizar talleres con ayuda del SENA, ANDI (mesas sectoriales) sobre los casos de éxito.
- Estrategia 3: Elaboración e implementación de proyectos piloto en los diferentes CIU que sirvan como demostración de las diferentes opciones, se deben escoger empresas que estén dispuestas a compartir los resultados. En la página Web se deben ilustrar los casos de éxito.

11.5 CRONOGRAMA

El plan se inicia con la socialización de los resultados encontrados en el estudio del sector industrial, se hará entrega del reporte de visita técnica a cada usuario y se explicará el significado de cada uno, luego durante el primer año del desarrollo del plan se tiene prevista la realización de la fase1 con información, capacitación, seguimiento y monitoreo del avance en cada uno de los involucrados.

Después de esta fase1 se iniciará la implementación de las opciones intermedias y avanzadas propuestas en el portafolio. Este proceso se hará en forma gradual dependiendo del avance de cada usuario.

CRONOGRAMA DEL PLAN DE IMPLEMENTACION DE LAS OPCIONES EN EL SECTOR INDUSTRIAL COLOMBIANO CIU 19 - 31												
Actividades	FASE I						FASE II					
	mes 1	mes 2	mes 3	mes 4	mes 5	mes 6	mes 1	mes 2	mes 3	mes 4	mes 5	mes 6
A. ESTRATEGIA DE COMUNICACION												
A1. Entrega de los reportes de visita técnica a las empresas												
A2. Elaboración de cartillas de buenas prácticas operativas y de opciones intermedias y avanzadas												
A3. Montaje de página Web de soporte con estudios de caso												
A1. Socialización de los resultados del portafolio a nivel gremial												
B. CAPACITACION												
B1. Talleres de buenas prácticas operativas ANDI, SENA												
B2. Talleres sobre opciones intermedias y avanzadas												
B3. Reunion de seguimiento												
C. PROYECTOS PILOTO												
C1. Implementación de pilotos en buenas practicas operativas												
C2. Implementación de pilotos en opciones intermedias												
C3. Implementación de pilotos en opciones avanzadas												